Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

STAT

ТРУДЫ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

IX

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

STAT

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ГЕОХИМИИ И АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ
им. В. И. ВЕРНАДСКОГО

ТРУДЫ
БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

IX

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА 1949 ЛЕНИНГРАД

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Ответственный редактор
член-корреспондент АН СССР А. П. Виноградов

STAT

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

1. А. П. Виноградов. О причинах происхождения уровской эндемии (геохимические исследования) 5
2. П. И. Палей. О содержании кальция в питьевых водах района уровской эндемии 31
3. В. С. Малинина. Некоторые данные о составе пищевых продуктов в районе распространения уровской эндемии 55
4. Б. А. Скопинцев. Методы определения органического вещества в природных водах — оценка и сопоставление. 65
5. В. В. Данилова. К содержанию фтора в породах 127
6. М. И. Белая и И. В. Тагеева. О химическом элементарном составе пшениц чистых линий 135

Из материалов Биогеохимической лаборатории

7. С. А. Боровик и Т. Ф. Боровик-Романова. О содержании редких элементов в насекомых по данным спектрального анализа 147
8. К. Г. Купашева. Распределение радия в отдельных частях растений, выращенных в среде с различной концентрацией радия 155
9. В. И. Баранов и А. П. Новицкая. Диффузия радона в природных грязях 161
10. В. И. Баранов и А. П. Новицкая. Абсорбция радона природными грязями 173
11. В. И. Баранов и А. П. Новицкая. О динамике газообмена при дыхании воздухом, содержащим торон (эманация тория) 181

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

ТРУДЫ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ АКАДЕМИИ НАУК СССР, IX

А. П. ВИНОГРАДОВ

О ПРИЧИНАХ ПРОИСХОЖДЕНИЯ УРОВСКОЙ ЭНДЕМИИ

(ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ)

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

I. Введение 7
II. Результаты исследования вод в районе уровской эндемии 10
III. Выводы 20
Литература 28

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

I. ВВЕДЕНИЕ

В 1935—1938 гг. нами было начато систематическое изучение, с биогеохимической точки зрения, местности, находящейся между р. Шилкой и р. Аргунью в Восточном Забайкалье, где среди людей эндемически существовало заболевание, известное под названием уровской, или кашин-бековской, болезни, приводившей к деформации скелета у человека.

История вопроса, описание местности, характер страдания, статистика заболеваний довольно детально излагались в ряде статей, к которым мы и отсылаем читателя. Здесь мы коснемся этих вопросов очень кратко. Основное внимание посвящено выяснению причины этого страдания у людей на основе полученных нами экспериментальных данных по составу вод рек, почв и пород этого края.

В изучении химического состава вод, почв, пород принимали участие сотрудники нашей лаборатории: Л. С. Селиванов, М. А. Драгомирова, В. М. Ратынский, В. В. Данилова. Радиоактивные определения были произведены В. И. Барановым, спектральные — С. А. Боровиком и Т. Ф. Боровик-Романовой. Сборы материалов на месте были произведены К. П. Флоренским и др.

1. Район, занятый эндемией

Уровская эндемия распространена в Восточном Забайкалье между реками: Шилкой (северная граница), Аргунью (восточная граница), С. Борзя и Унда (с запада). Центральная и северо-восточная части района имеют горно-таежный характер; юго-западная часть переходит в степь (являющуюся границей эндемии с юга и юго-запада). Средняя высота местности около 600—700 м в. у. м. Лесистые хребты в северо-восточной и отчасти центральной частях района являются водоразделами рек Аргуни, Урова, Урюмкана и Газимура, текущих в северо-восточном направлении. Эти реки (1-го порядка) принимают многочисленные притоки (реки 2-го порядка), текущие по заболоченным падям. Болота (верховья многих рек) сильно развиты в центральной части района, например, по течению р. Золы, в верховьях Урова, Н. Борзи и др. Долины рек обычно плоские. У некоторых рек наблюдается «омоложение».

Почвы (по долинам рек, в падях) мало развитые, молодые (хрящевато-щебнистые), часто образовавшиеся непосредственно на массивных породах (широко развитых в этом районе) — гранитах и базальтах. В районе почти нет морских послетретичных образований. Осадочные породы, в частности древние мраморизированные известняки, эрозированы и сохранились в этом районе небольшими пятнами (см. карту, стр. 41). Климат резко континентальный. Максимум осадков падает обычно на июль — август. Вечная мерзлота распространена в пределах всего эндемического района — главным образом в долинах и падях. Летом мерзлотный слой оттаивает

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

до 1.5 м. Зимой реки 2-го порядка промерзают до дна. Реки 1-го порядка к январю замерзают, разделяясь на ряд омутов, причем течение у них сохраняется лишь в подрусловых аллювиальных отложениях.

2. Вода, потребляемая населением

Летом население пользуется в качестве питьевой воды либо водой рек и речек и надмерзлотными водами, либо водой «ключей», трещин и пластовыми и другими подземными водами, имеющими, повидимому, различное происхождение, а частично, вероятно, образовавшимися здесь в результате сложных гидрологических условий из поверхностных вод. Зимой население пользуется либо «ключами» и другими подземными источниками, либо водой омутов, а когда вода в омутах «загнивает», переходит на пользование льдом. Имеющиеся в районе эндемии каптажи находятся в неудовлетворительном состоянии.

3. Уровская эндемия

На уродливость населения[1] здесь впервые обратил внимание в 1849 г. Юренский. В 1861 г. Кашин описал и значительно позже Бек впервые довольно подробно изучил этот эндемический деформирующий полиартрит у людей. Затем многими врачами было дано освещение отдельных сторон наблюдавшегося страдания у людей. Мы не можем подробно излагать симптомокомплексы этого заболевания. Это можно найти в специальных медицинских работах (Бек, Турнер, Сергиевский, Дамперов и др.). Для нас важно отметить, что болезнь возникает главным образом в детском возрасте — в период роста скелета, чаще между 8—13 годами. У взрослых возникновение болезни наблюдается редко. Болезнь протекает хронически. Она замечается по появлению ломоты в области суставов конечностей. Затем появляются хруст в суставах и их утолщение. 1-я стадия уровской болезни характеризуется утолщением межфаланговых суставов, ограничением подвижности в локтевом, голено-стопном суставах. Затем происходит деформация костей и контрактуры захватывают другие суставы. В результате это приводит к уродству, укорочению истинной длины тела и т. д., сопровождаясь мышечной атрофией, малокровием и тому подобными признаками тяжелого страдания.

Развитие болезни может прекратиться — тогда все признаки ее пропадают, и остается лишь костная деформация.

Известны описания паталого-анатомических изменений при уровской болезни (Бек, Добровольский, Шипачев и др.—см. у Дамперова).

Следует сказать, что больше всего страдает костная ткань. Эпифизарные концы трубчатых костей раздаются вширь (вследствие давления), по их краю появляются боковые разращения, хрящ частично рассасывается. Рентгеноскопически установлены резкие изменения костной ткани эпифизов — остеопороз, беспорядочность процесса окостенения, трабекулы грубы, среди них появляются полости. Диафизы, повидимому, не нарушаются.

---

[1] До 1689 г. этот край, повидимому, посещался лишь кочевниками; позже был населен крестьянами-переселенцами с Енисея, из Тобольской и Тамбовской губ. и др., каторжниками и ссыльно-поселенцами.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

4. Характер распространения эндемии и статистика

Число больных уровской болезнью, по данным разных авторов, колеблется в пределах нескольких тысяч (Дамперов, Сакович, Платонов, Уровский институт). Тяжелой формой (Бек, III) поражено до 1 тыс. (Дамперов, Уровский институт). Болеют в различных селах и деревнях неодинаково. Эндемией охвачены определенные села. Иногда «больное» и «здоровое»[1] села расположены в непосредственной близости (5—10 километров), например, «Ключи Уровские» и Сивачи; Талакан — Алашири; Догье — Корабль и др. Имеется значительный статистический материал, частично опубликованный Дамперовым и др. Известно, что то же заболевание простирается и дальше на юго-восток, в Маньчжурию и Корею. Отдельными авторами описывались случаи уровской болезни в других областях.[2] Совершенно необходимо отметить, что уровская эндемия в этом районе сопровождается: 1) значительной эндемией зоба как среди людей, так и среди домашних и диких животных. Большинство исследователей ныне не связывает эндемию зоба с уровской эндемией; 2) широким развитием своеобразного (раннего) рахита, затрудняющего часто диагностику уровской болезни, и 3) поражением животных — коров, свиней, собак (и лошадей) ломкостью костей — остеопорозом.

5. Причины, вызывающие уровскую эндемию

Большинство исследователей считает причину экзогенной. Некоторые исследователи пытались найти причину, вызывающую болезнь, в воде, употребляемой населением. Мы не можем останавливаться здесь на микробиологических и других аналогичных теориях. Возбудителя во всяком случае никто не указал. Мы называем лишь теории, связывающие происхождение эндемии с тем или иным химическим составом воды. Нужно сказать, что эти теории нисколько не были лучше других и никогда не были сколько-нибудь серьезно обоснованы, часто являлись предположениями, а еще чаще невежественными утверждениями. Эндемию объясняли нахождением в «больной» воде — радиосвинца (?!),[3] кадмия,[3] золота, эманации радия, а также избытком кальция,[3] повышенным содержанием органического вещества в воде, недостатком иода.[3] Как сейчас увидим, эти объяснения не имеют основания.

6. Задачи наших исследований

В настоящее время известны эндемии среди растений, животных и людей, вызываемые недостаточностью или избыточностью какого-либо химического элемента в среде обитания. Подобные биогеохимические эндемии, как мы их называем, известны, например, в связи с повышением содержания фтора в питьевой воде (крапчатость эмали зубов — флюороз у людей и животных); недостатком иода—эндемический зоб; недостатком кальция, фосфора — ломкость костей у животных и т. п.; это известно по

[1] В дальнейшем для краткости мы будем называть воды, а также села «больными» и «здоровыми» в зависимости от наличия эндемии.

[2] В Украинском Полесье, на Лене, в Марийской обл., но это совершенно не доказано.

[3] Данных по содержанию этих элементов вообще не было получено.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

крайней мере по отношению к 15—20 химическим элементам. Биогеохимические эндемии характеризуются тем, что, во-первых, занимают определенный ареал (биогеохимическую провинцию), во-вторых, часто поражают одновременно растительный покров, животных и человека, в-третьих, поражают в молодом возрасте, в-четвертых, зависят от недостаточности или избыточности в среде какого-либо химического элемента.

Мы подробно изложили значение биогеохимических провинций для возникновения подобных эндемий, например, в докладе на Докучаевском съезде в 1946 г. и в подготовленной монографии по этому поводу, и поэтому здесь не рассматриваем этого вопроса.

Уровская эндемия при ближайшем рассмотрении имела признаки подобных эндемий. Вместе с тем выяснилось отсутствие сколько-нибудь надежных количественных исследований по химическому составу вод, почв, растений этого района. Поэтому мы считали необходимым изучить геохимические факторы этого района с тем, чтобы внести ясность в вопрос об экзогенной причине уровской эндемии. Без этого нельзя было итти дальше.

II. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОД В РАЙОНЕ УРОВСКОЙ ЭНДЕМИИ

1. Речные воды — место и время сбора

Речные воды в количестве 69 проб были собраны дважды: в 1935 г. в течение июня — июля и в 1937 г. в июне — августе.

Были взяты пробы воды главных рек с их притоками, а также ключей в «здоровых» и «больных» селах в местах водопользования.

Воды сбора 1935 г. были исследованы преимущественно на содержание в них J, Br, Cl и F и отчасти лишь на обычный состав (Ca, Mg, Si, Fe, SO_4 и др.). Воды сбора 1937 г. были исследованы на обычные химические элементы и изучены на содержание в них многих реже встречающихся химических элементов. Вода для анализа бралась без фильтрования, отстоявшаяся.

Все определения воды производились многократно, с достаточно большой точностью. Были приняты все меры против возможного загрязнения (или потери), особенно при исследовании на реже встречающиеся химические элементы.

Химических, спектроскопических и радиометрических методов определения мы здесь не описываем, так как это является специальным вопросом. Они частично излагались в наших прежних работах.

2. Физические свойства воды области уровской эндемии

Данные по измерению температуры воды приведены в табл. 2. Ключи имеют температуру обычно от 0.2 до 4.0°. Температура воды рек близка к температуре воздуха. Воды после отстаивания прозрачны за некоторыми исключениями. Так, например, вода ключа в Патрино опалесцирует (белая муть).

Воды рек, как правило, имеют слабожелтоватую окраску. Окраска усиливается по мере концентрации воды. Окраска обусловлена наличием органических веществ (повидимому, гуминовой природы) и давно известна для рек из болотно-торфяных областей. Эта окраска (особенно при концентрации воды) наблюдается во всех речных

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

водах, как «здоровых», так и «больных». Так, например, эта окраска имеется в «здоровых» водах рек: Михайловская, Ильдикан, Челдон, Дучары и др., а «больная» вода из Патрино не имела желтой окраски. Все воды ключей не имеют окраски, они бесцветны и прозрачны. Какого-либо запаха у воды не установлено.

3. Нитраты, нитриты, аммиак, сероводород

Качественные пробы не указывают на существование какой-либо зависимости между распространением заболевания и содержанием этих химических соединений в водах.

4. Окисляемость

Как правило, воды ключей имеют незначительную окисляемость: около 1 мг O_2 в 1 л. Однако, например, вода ключа (колодезь) в Догье имела окисляемость 12 мг O_2 в 1 л. Вода рек в районах эндемии имеет окисляемость, близкую к окисляемости рек из других областей, например р. Москвы и Волги—в среднем около 7 мг O_2 в 1 л или несколько выше. Различия по окисляемости между водами «здоровых» и «больных» рек мы не установили. Например, более «здоровая» вода из р. Челдон имеет окисляемость 6.9; р. Куренги 8.0; р. Михайловской 6.4; р. Дучары 11.0; р. Шилки 8.2 и т. д. Окисляемость, определенная в 1935 и в 1937 гг. в разное время, мало различается (см. табл. 1, Куренга, Зола, Уров, Буня и т. д.).

5. Сухой остаток вод и остаток от прокаливания

Сухие остатки речных вод окрашены в желто-коричневый цвет от органического вещества. Воды ключей дают, как правило, белые остатки солей.

Количество сухого остатка и остатка от прокаливания (минеральная часть) весьма характерно для разных вод изучаемой области.

Все ключевые воды в среднем характеризуются содержанием сухого остатка около 2.10^{-2}—5.10^{-2}%. Содержание сухого остатка в «здоровых» водах рек также в среднем выше, чем в «больных».

Например.

Р. Михайловская . .	$4.5 \cdot 10^{-2}$ %	(«здоровая»)
» Куренга	$1.6 \cdot 10^{-2}$ %	»
» Челдон	$3.1 \cdot 10^{-2}$ %	»

Вода рек 1-го порядка, взятая в разных местах, содержит около $1.4 \cdot 10^{-2}$% сухого остатка. В реках 2-го порядка «больных» содержание сухого остатка значительно ниже, порядка $0.7 \cdot 10^{-2}$—$1 \cdot 10^{-2}$% (Еканча, Мотогор, Туров и др.). Сухой остаток и величина остатка от прокаливания указывают на содержание в воде солей и органического вещества ($+ CO_2$). Ключи дают остаток от прокаливания примерно $^2/_3$ величины сухого остатка воды. «Здоровые» воды рек имеют то же отношение. Газимур, Уров и другие «больные» реки 1-го порядка при низком абсолютном содержании сухого остатка (остатка от прокаливания) приближаются к тому же отношению.

Реки 2-го порядка, как правило, дают лишь $^1/_3$ минерального остатка от сухого остатка воды или даже меньше.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Таблица 1

Окисляемость

Место взятия пробы	Дата взятия пробы	Окисляемость в мг O_2 в 1 л
Ключ Масюкова у пос. Золинского	10/VII 1935	1.39
То же	1937	1.6
«Кислый ключ» против пади Проходной	1935	1.3
Ковьминский ключ	1935	0.7
Ключ (колодец) с. Догье		12.3
То же, между Куликово и Кузнецово		0.7
Каптаж (ключ) в Патрино		0.7
Ключ на прав. бер. р. Патрино		3.0
Ключ в с. «Ключи Уровские»		1.0
Ключ в пос. Талакан на прав. бер. р. Урова	1937	3.7
Ключ Шивия на прав. бер. р. Шивия		0.7
Каптаж «Братские Могилы», Сергеево		0.6
Ключ в Чупрово		0.8
Ключ на штольни Кадая		2.9
Ключ против с. Кадая		1.1
Р. Москва	Среднее	4.0
Р. Волга	»	7.9
Р. Газимур на 1.5 км выше р. Золы	1937	7.1
Р. Газимур выше р. Селенуй	17/VIII 1935	5.6
Р. Газимур ниже с. Трубачево	20/VII 1935	9.8
Р. Газимур около с. Трубачево	1937	6.6
Р. Газимур выше с. Кокуй	1937	13.6
Р. Уров выше Кунгоронского	1935	8.7
Р. Уров у с. Ковулино	28/VI 1935	7.9
Р. Уров у с. Гандыбой	25/VI 1935	9.3
Р. Уров против пади Проходной	29/VI 1935	9.8
Р. Уров ниже впадения ручья пади Солонечной	2/VII 1935	6.3
Р. Уров у с. Сивачи	1937	9.1
Р. Уров в с. «Ключи Уровские»	1937	8.8
Р. Уров около с. Алаширн	1937	7.0
Р. Уров в с. Талакан	1937	7.0
Р. Зола у с. Карабзол	2/VII 1935	6.3
Р. Зола выше с. Знаменского	11/VII 1935	5.7
Р. Зола ниже впадения р. Еканчи	30/VI 1935	7.6
Р. Зола около пос. Золинского	1937	7.7
Р. Буя выше с. Догье	19/VII 1935	7.4
Р. Буя у с. Догье	1937	9.1
Р. Шилка, район Сретенска	19/VI 1935	8.2
Р. Куренга за с. Налачи	1937	8.6
Р. Куренга около с. Б. Тонтой	1937	8.0
Р. Борзя на 1—1.5 км от с. Лаза-Борзя	1935	4.1
Р. Нижняя Борзя ниже пади Шивия	1937	8.6
Р. Средняя Борзя, ниже с. Сергеево	1937	12.6
То же, выше моста	1937	10.9
Р. Тайна на 15 км ниже с. Тайна	17/VI 1935	5.6
Ручей у с. «Ключи Уровские»	1935	0.01
Р. Широкая		0.5
Р. Мотогор в 1.5 км от с. Хомяки		9.8
Р. Алаширн		8.3
Р. Аргунь у пос. Олочи	1937	5.6
Р. Кутомара ниже с. Кутомара		10.1
Р. Ильдикан у с. Чупрово		3.4
Ручей в пади Солонечной	1935	9.5
Левая протока р. Унды, село Коровино	1935	6.1
Падь Еканча, лев. приток р. Золы	20/VI 1935	5.7
Падь Сарапча на 10 км ниже Сарапчи	24/VII 1935	7.4
Речушка в Михайловском, лев. приток Средней Борзи	1937	6.4
Речка в выселках Дучары	1937	11.0

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Продолжение табл. 1

Место взятия пробы	Дата взятия пробы	Окисляемость в мг O_2 в 1 л	Место взятия пробы	Дата взятия пробы	Окисляемость в мг O_2 в 1 л
Р. Унда в с. Коровино	1937	7.7	Р. Челдон в с. Б. Тотой	1937	6.9
Р. Унда против с. Коровино		10.1	Р. Туров у верхн. края с. Туров		12.6
Р. Унда у с. Шелопугино		9.9	Р. Сивачи у с. Сивачи		9.1

Особо следует сказать о двух случаях. Так, вода в Потоскуе — р. Н. Борзя «больная»— дает высокое содержание сухого и прокаленного остатка ($1.64 \cdot 10^{-2}$ и $1.0 \cdot 10^{-2}$%). Это объясняется тем, что в Потоскуе, в месте забора пробы в Н. Борзю впадает ключ Шивия. Деревня, пользующаяся водой Н. Борзи («больная»), находится выше впадения ключа (см. его состав). Другой случай Патрино: ключ на правом берегу реки — это одно из наиболее пораженных эндемией мест имеет сухой остаток $[1.34 \cdot 10^{-2}$%, прокаленный остаток $8.94 \cdot 10^{-3}$%, т. е. не только ниже многих ключевых вод,[1] но даже ниже некоторых «больных» речек. К составу этой воды мы еще вернемся.

6. Щелочноземельные (и щелочные) химические элементы в водах

Содержание этих элементов еще более подчеркивает различие состава «больных» и «здоровых» вод района.

Содержание Ca и Mg следует за содержанием остатка от прокаливания (минеральной части сухого остатка). В ключах и «здоровой» воде рек содержание Ca колеблется от $3 \cdot 10^{-3}$ до $8 \cdot 10^{-3}$% (р. Челдон, Куренга, Михайловская и др.). Следует заметить, что «больные» и «здоровые» реки степной (юго-восточной) части эндемического района относительно богаче Ca и другими солями по сравнению с подобными же реками центральной (болотистой) части, например, Ильдикан, Саранча, Потоскуй, Михайловская и др.

В воде Урова, Газимура из ряда определений содержание Ca—от $1.8 \cdot 10^{-3}$ до $2.5 \cdot 10^{-3}$%. В «больных» реках 2-го порядка содержание Ca ниже $2 \cdot 10^{-3}$%, а иногда $3 \cdot 10^{-4}$%. Причем, чем более поражено село, тем меньше Ca (и других солей) в употребляемой воде — Патрино, Туров и др. Содержание Mg в «здоровых» водах порядка $n \cdot 10^{-3}$%, «больных»— порядка $n \cdot 10^{-4}$% (см. табл. 2 и 3).

Необычное содержание Ca, Mg и др. в воде р. Н. Борзя (Потоскуй) объясняется смешиваемостью речной воды с ключевой (см. выше).

[1] Вода «больного» ключа в Дучарах — практически дестиллированная. Частное сообщение геол. Преспякова.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Анализы вод района

Место взятия пробы	Сухой остаток	Остаток от прокалив.	Потери при прокалив.	SiO_2
				«Больные»
Р. Унда в протоке у с. Коровино у нижн. края села	$8.95 \cdot 10^{-3}$	$5.11 \cdot 10^{-3}$	$3.84 \cdot 10^{-3}$	$8.9 \cdot 10^{-4}$
Р. Унда против с. Коровино	$8.8 \cdot 10^{-3}$	$5.0 \cdot 10^{-3}$	$3.8 \cdot 10^{-3}$	$9.9 \cdot 10^{-4}$
Р. Зола у с. Краснозол	$1.69 \cdot 10^{-2}$	$1.07 \cdot 10^{-2}$	—	$6.10 \cdot 10^{-4}$
Р. Зола у пос. Золинского	$1.12 \cdot 10^{-2}$	$6.39 \cdot 10^{-3}$	$4.80 \cdot 10^{-3}$	$8.1 \cdot 10^{-4}$
Р. Еканча приток р. Золы	$7.43 \cdot 10^{-3}$	$4.51 \cdot 10^{-3}$	—	$9.30 \cdot 10^{-4}$
Р. Уров у с. Козулино	$1.31 \cdot 10^{-2}$	$7.91 \cdot 10^{-3}$	—	$6.97 \cdot 10^{-4}$
Р. Уров у с. «Ключи Уровские»	$1.43 \cdot 10^{-2}$	$9.17 \cdot 10^{-3}$	—	$1.26 \cdot 10^{-3}$
То же	$1.42 \cdot 10^{-2}$	$8.28 \cdot 10^{-3}$	$5.95 \cdot 10^{-3}$	$8.4 \cdot 10^{-4}$
Р. Уров в пос. Талакан	$1.15 \cdot 10^{-2}$	$6.82 \cdot 10^{-3}$	$4.69 \cdot 10^{-3}$	$9.5 \cdot 10^{-4}$
Р. Уров у с. Сивачи	$1.39 \cdot 10^{-2}$	$8.10 \cdot 10^{-3}$	$5.76 \cdot 10^{-3}$	$8.2 \cdot 10^{-4}$
Р. Газимур у с. Усть-Алендуй	$1.33 \cdot 10^{-2}$	$8.10 \cdot 10^{-3}$	—	$1.68 \cdot 10^{-3}$
Р. Газимур у с. Кокуй	$1.06 \cdot 10^{-2}$	$7.53 \cdot 10^{-3}$	—	$7.95 \cdot 10^{-4}$
Р. Газимур у с. Трубачево	$1.12 \cdot 10^{-2}$	$6.85 \cdot 10^{-3}$	—	$9.55 \cdot 10^{-4}$
Р. Газимур у верхнего конца Газимурского завода	$1.63 \cdot 10^{-2}$	$9.42 \cdot 10^{-3}$	$6.88 \cdot 10^{-3}$	$2.16 \cdot 10^{-3}$
Р. Буня около с. Догье	$1.05 \cdot 10^{-2}$	$5.90 \cdot 10^{-3}$	$4.65 \cdot 10^{-3}$	$9.7 \cdot 10^{-4}$
Р. Алаширн около с. Алаширн	$9.48 \cdot 10^{-3}$	$5.38 \cdot 10^{-3}$	$4.10 \cdot 10^{-3}$	$9.4 \cdot 10^{-4}$
Р. Мотогор в 1,5 км от Хомяков	$7.70 \cdot 10^{-3}$	$4.00 \cdot 10^{-3}$	$3.70 \cdot 10^{-3}$	$8.7 \cdot 10^{-4}$
Р. Сивачи у с. Сивачи	$8.51 \cdot 10^{-3}$	$4.31 \cdot 10^{-3}$	$4.20 \cdot 10^{-3}$	$9.9 \cdot 10^{-4}$
Р. Туров у верхн. края с. Туров	$7.50 \cdot 10^{-3}$	$3.56 \cdot 10^{-3}$	$3.94 \cdot 10^{-3}$	$1.08 \cdot 10^{-3}$
Потоскуй. Р. Нижняя Борзя ниже пади Шивия	$1.64 \cdot 10^{-2}$	$1.00 \cdot 10^{-2}$	$6.38 \cdot 10^{-3}$	$1.08 \cdot 10^{-3}$
Патрино. Ключ на прав. бер. речки	$1.34 \cdot 10^{-2}$	$8.94 \cdot 10^{-3}$	$4.46 \cdot 10^{-3}$	$4.28 \cdot 10^{-3}$
Среднее	$1.17 \cdot 10^{-2}$	$6.95 \cdot 10^{-3}$	$4.75 \cdot 10^{-3}$	$1.10 \cdot 10^{-3}$
				«Здоровые»
Р. Москва	$2.21 \cdot 10^{-2}$	$(1.8 \cdot 10^{-2})$	—	$7.8 \cdot 10^{-4}$
Р. Волга	$1.74 \cdot 10^{-2}$	$(1.5 \cdot 10^{-2})$	—	Нет
С. Саранча. Падь Саранча на 10 км ниже поселка	$1.48 \cdot 10^{-2}$	$8.82 \cdot 10^{-3}$	$5.98 \cdot 10^{-3}$	$8.7 \cdot 10^{-4}$
Р. Ильдикан у с. Чупрово	$1.04 \cdot 10^{-2}$	$6.61 \cdot 10^{-3}$	$3.76 \cdot 10^{-3}$	$1.56 \cdot 10^{-3}$
Речушка в Михайловском, лев. приток Средней Борзи	$4.37 \cdot 10^{-2}$	$3.16 \cdot 10^{-2}$	$1.21 \cdot 10^{-2}$	$1.89 \cdot 10^{-3}$
Р. Курепга около Б. Топтойского моста выше пади Челдон	$.55 \cdot 10^{-2}$	$9.00 \cdot 10^{-3}$	$6.55 \cdot 10^{-3}$	$1.13 \cdot 10^{-3}$
Р. Челдон в с. Б. Топтой	$3.09 \cdot 10^{-2}$	$1.96 \cdot 10^{-2}$	$1.13 \cdot 10^{-2}$	$1.02 \cdot 10^{-3}$
Пос. Солопечный. Ручей в пади Солопечной под флюоритовыми разработками	$1.20 \cdot 10^{-2}$	$7.01 \cdot 10^{-3}$	$4.98 \cdot 10^{-3}$	$8.6 \cdot 10^{-4}$
То же	$1.20 \cdot 10^{-2}$	$7.02 \cdot 10^{-3}$	$5.02 \cdot 10^{-3}$	$8.3 \cdot 10^{-4}$
«Кислый» ключ. Один из прав. притоков р. Урова	$5.01 \cdot 10^{-2}$	$3.51 \cdot 10^{-2}$	$1.50 \cdot 10^{-2}$	$1.98 \cdot 10^{-3}$
То же	$5.00 \cdot 10^{-2}$	$3.51 \cdot 10^{-2}$	$1.49 \cdot 10^{-2}$	$1.88 \cdot 10^{-3}$
Ключ в с. «Ключи Уровские»	$2.62 \cdot 10^{-2}$	$1.47 \cdot 10^{-2}$	$1.16 \cdot 10^{-2}$	$1.00 \cdot 10^{-3}$
Кадая. Ключ против села	$3.37 \cdot 10^{-2}$	$2.10 \cdot 10^{-2}$	$1.27 \cdot 10^{-2}$	$2.26 \cdot 10^{-3}$
Ключ Масюков, посо Залинского, у головы	$3.24 \cdot 10^{-2}$	$1.84 \cdot 10^{-2}$	$1.40 \cdot 10^{-2}$	$1.02 \cdot 10^{-3}$
Ключ (колодец) около церкви с. Догье	$3.12 \cdot 10^{-2}$	$2.07 \cdot 10^{-2}$	$1.04 \cdot 10^{-2}$	$1.51 \cdot 10^{-3}$

[1] Содержание SiO_2 определено, как обычно, путем выделения SiO_2 и взвеш в виде $BaSO_4$.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

уровской эндемии (в %)

Таблица 2

Ca	Mg	HCO_3	Fe	Cl	SO_4	Температура воды в момент взятия пробы в °C
воды[1]						
$1.45 \cdot 10^{-3}$	$4.5 \cdot 10^{-4}$	$0.64 \cdot 10^{-2}$	$3.0 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-5}$	—	12
$1.34 \cdot 10^{-3}$	$4.8 \cdot 10^{-4}$	$0.56 \cdot 10^{-2}$	$6.3 \cdot 10^{-5}$	$6 \cdot 10^{-5}$	—	12
$3.58 \cdot 10^{-3}$	$1.35 \cdot 10^{-3}$	$1.92 \cdot 10^{-2}$	$10 \cdot 10^{-5}$	$3.26 \cdot 10^{-5}$	$9.14 \cdot 10^{-4}$	—
$1.99 \cdot 10^{-3}$	$7.7 \cdot 10^{-4}$	—	—	$6 \cdot 10^{-5}$	—	14.5
$1.32 \cdot 10^{-3}$	$1.4 \cdot 10^{-4}$	$0.53 \cdot 10^{-2}$	$20 \cdot 10^{-5}$	$0.39 \cdot 10^{-5}$	$4.7 \cdot 10^{-4}$	—
$2.23 \cdot 10^{-3}$	$8.9 \cdot 10^{-4}$	$1.16 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-5}$	$0.65 \cdot 10^{-5}$	$1.41 \cdot 10^{-3}$	—
$2.23 \cdot 10^{-3}$	$9.8 \cdot 10^{-4}$	$1.27 \cdot 10^{-2}$	$8 \cdot 10^{-5}$	$2.93 \cdot 10^{-5}$	$1.41 \cdot 10^{-3}$	—
$2.30 \cdot 10^{-3}$	$1.14 \cdot 10^{-3}$	$1.22 \cdot 10^{-2}$	$1.9 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$1.36 \cdot 10^{-3}$	—
$1.89 \cdot 10^{-3}$	$8.0 \cdot 10^{-4}$	$0.93 \cdot 10^{-2}$	$0.6 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$0.95 \cdot 10^{-3}$	23.2
$2.2 \cdot 10^{-3}$	$1.06 \cdot 10^{-3}$	$1.22 \cdot 10^{-2}$	$1.7 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-5}$	$1.46 \cdot 10^{-3}$	17.5
$2.53 \cdot 10^{-3}$	$5.8 \cdot 10^{-4}$	$1.22 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-5}$	$8.15 \cdot 10^{-5}$	$5.64 \cdot 10^{-4}$	—
$1.87 \cdot 10^{-3}$	$5.9 \cdot 10^{-4}$	$1.01 \cdot 10^{-2}$	$7.10 \cdot 10^{-5}$	$4.89 \cdot 10^{-5}$	$2.35 \cdot 10^{-4}$	—
$1.91 \cdot 10^{-3}$	$5.5 \cdot 10^{-4}$	$0.84 \cdot 10^{-2}$	$0.31 \cdot 10^{-5}$	$6.52 \cdot 10^{-5}$	$2.82 \cdot 10^{-4}$	Теплая
$2.45 \cdot 10^{-3}$	$8.1 \cdot 10^{-4}$	—	—	—	—	—
$1.77 \cdot 10^{-3}$	$5.7 \cdot 10^{-4}$	$0.82 \cdot 10^{-2}$	$2.6 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$6.0 \cdot 10^{-4}$	Теплая
$1.73 \cdot 10^{-3}$	$4.1 \cdot 10^{-4}$	$0.68 \cdot 10^{-2}$	$0.5 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$1.8 \cdot 10^{-4}$	17.2
$1.16 \cdot 10^{-3}$	$3.4 \cdot 10^{-4}$	$0.56 \cdot 10^{-2}$	$0.2 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$2.6 \cdot 10^{-4}$	17.8
$1.21 \cdot 10^{-3}$	$4.7 \cdot 10^{-4}$	$0.62 \cdot 10^{-2}$	$0.9 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$5.8 \cdot 10^{-4}$	—
$0.85 \cdot 10^{-3}$	$2.6 \cdot 10^{-4}$	$2.56 \cdot 10^{-2}$	$2.1 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$	—	9.8
$3.31 \cdot 10^{-3}$	$8.8 \cdot 10^{-4}$	$1.33 \cdot 10^{-2}$	$4.8 \cdot 10^{-5}$	$6 \cdot 10^{-5}$	$1.99 \cdot 10^{-3}$	15.8
$0.31 \cdot 10^{-3}$	$2.1 \cdot 10^{-4}$	$0.56 \cdot 10^{-2}$	$0.6 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$0.72 \cdot 10^{-3}$	2.5
$1.89 \cdot 10^{-3}$	$6.54 \cdot 10^{-4}$	$1.03 \cdot 10^{-2}$	$4.25 \cdot 10^{-5}$	$3.24 \cdot 10^{-5}$	$8.33 \cdot 10^{-4}$	
воды[1]						
$5.76 \cdot 10^{-3}$	$1.50 \cdot 10^{-3}$	$2.35 \cdot 10^{-2}$	$2.2 \cdot 10^{-5}$	$21 \cdot 10^{-5}$	$5.5 \cdot 10^{-4}$	—
$4.50 \cdot 10^{-3}$	$1.16 \cdot 10^{-3}$	$1.65 \cdot 10^{-2}$	$3.1 \cdot 10^{-5}$	$17 \cdot 10^{-5}$	$5.3 \cdot 10^{-4}$	—
$2.61 \cdot 10^{-3}$	$7.7 \cdot 10^{-4}$	—	—	—	—	—
$2.16 \cdot 10^{-3}$	$4.1 \cdot 10^{-4}$	$0.82 \cdot 10^{-2}$	$1.1 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$7.2 \cdot 10^{-3}$	—
$7.54 \cdot 10^{-3}$	$3.07 \cdot 10^{-3}$	$2.37 \cdot 10^{-2}$	$1.4 \cdot 10^{-5}$	$4 \cdot 10^{-5}$	—	19.2
$3.01 \cdot 10^{-3}$	$7.8 \cdot 10^{-4}$	$1.31 \cdot 10^{-3}$	$1.2 \cdot 10^{-5}$	$4 \cdot 10^{-5}$	—	14
$6.07 \cdot 10^{-3}$	$2.38 \cdot 10^{-3}$	$0.38 \cdot 10^{-2}$	$0.3 \cdot 10^{-5}$	$4 \cdot 10^{-5}$	—	13
$2.37 \cdot 10^{-3}$	$5.9 \cdot 10^{-4}$	—	—	—	—	—
$2.34 \cdot 10^{-3}$	$6.1 \cdot 10^{-4}$	—	—	—	—	—
$3.39 \cdot 10^{-3}$	$7.12 \cdot 10^{-3}$	—	—	—	—	—
$3.47 \cdot 10^{-3}$	$7.28 \cdot 10^{-3}$	—	—	—	—	—
$5.15 \cdot 10^{-3}$	$3.12 \cdot 10^{-3}$	$2.96 \cdot 10^{-2}$	$0.1 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-5}$	$7.7 \cdot 10^{-3}$	4
$5.07 \cdot 10^{-3}$	$4.26 \cdot 10^{-3}$	$3.25 \cdot 10^{-2}$	$2.2 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$3.54 \cdot 10^{-3}$	2.8
$5.17 \cdot 10^{-3}$	$4.28 \cdot 10^{-3}$	$3.53 \cdot 10^{-2}$	$0.5 \cdot 10^{-5}$	$10 \cdot 10^{-5}$	$1.70 \cdot 10^{-3}$	5.8
$5.36 \cdot 10^{-3}$	$2.41 \cdot 10^{-3}$	$1.73 \cdot 10^{-2}$	$1.6 \cdot 10^{-5}$	$22 \cdot 10^{-5}$	$8.20 \cdot 10^{-3}$	Холодная

[1] ванием; Fe — по роданновому методу; Cl — нефелометрически; SO_4 — весовым путем.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Место взятия пробы	Сухой остаток	Остаток от прокалив.	Потери при прокалив.	SiO_2
Ключ между сел. Куликово и Кузнецово	$4.58 \cdot 10^{-2}$	$2.46 \cdot 10^{-2}$	$2.12 \cdot 10^{-2}$	$8.1 \cdot 10^{-4}$
Ключ в пос. Талакан, на прав. бер. р. Уров	$1.73 \cdot 10^{-2}$	$1.00 \cdot 10^{-2}$	$7.26 \cdot 10^{-3}$	$9.3 \cdot 10^{-4}$
Ключ в с. Чупрово, непоср. выше села	$1.76 \cdot 10^{-2}$	$1.12 \cdot 10^{-2}$	$6.43 \cdot 10^{-3}$	$1.34 \cdot 10^{-3}$
Потоскуй. Ключ Шивия «у сопки»	$2.09 \cdot 10^{-2}$	$1.35 \cdot 10^{-2}$	$7.47 \cdot 10^{-3}$	$1.4 \cdot 10^{-3}$
Голова Козулинского ключа в 1 км выше Козулина	$3.32 \cdot 10^{-2}$	$2.32 \cdot 10^{-2}$	$9.96 \cdot 10^{-3}$	$2.86 \cdot 10^{-3}$
Среднее . . .	$3.18 \cdot 10^{-2}$	$1.74 \cdot 10^{-2}$	$1.44 \cdot 10^{-2}$	$1.27 \cdot 10^{-3}$

Таким образом, Ca и Mg содержатся (в %). .	$Ca \times 10^{-3}$	$Mg \times 10^{-3}$
«Здоровые» ключи (среднее из 11 опред.)	4.70	3.63
«Здоровые» реки (среднее из 3 опред.)	5.37	2.07
Реки 1-го порядка (среднее из 9 опред.)	2.17	0.81
«Больные» реки 2-го порядка (среднее из 9 опред.)	1.42	0.43
«Больные» ключи (среднее из 2 опред.)	0.30	0.21

Из других щелочноземельных элементов везде встречается Sr. В табл. 4 мы приводим содержание Sr в водах. Как правило, чем больше Ca, тем больше и Sr, следовательно, в «здоровых» водах Sr больше. В воде ключа между селами Куликово и Кузнецово и в р. Челдон в с. Б. Тонтой Sr особенно много. Отношение Ca/Sr колеблется в пределах 50—250, обычно около 150. Однако обращает внимание относительно высокое содержание Sr в ряде «больных» вод — реки Сивачи, Уров, Газимур, ключ Патрино — при относительно малом содержании Ca. Содержание Na и K в общем следует за содержанием Ca и Mg и количеством минерального остатка.

7. Содержание Si, Fe, Al

Наличие мути в воде (хотя и незаметной на-глаз) и то обстоятельство, что мы избегали фильтрования воды, в общем несколько отразились на содержании Si, Fe, Al в водах в смысле некоторого их повышения. Однако содержание их в водах района ничем не замечательно, за исключением воды «больного» ключа в Патрино. Вода этого ключа имела максимальное для района содержание SiO_2. SiO_2 в воде находится в коллоидном состоянии, вызывая опалесценцию воды и выпадение белой мути при выпаривании воды. Ключ вытекает из трещины в базальте.

8. Содержание HCO_3, Cl, SO_4

Между содержанием анионов HCO_3, Cl и SO_4, так же как и между содержанием катионов Ca, Mg и другими, существует прямая пропорциональ-

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Продолжение табл. 2

Ca	Mg	HCO_3	Fe	Cl	SO_4	Температура воды в момент взятия пробы в °C
$5.7 \cdot 10^{-3}$	—	$5.30 \cdot 10^{-2}$	$0.2 \cdot 10^{-5}$	$6 \cdot 10^{-5}$	$1.69 \cdot 10^{-3}$	0.4
$3.95 \cdot 10^{-3}$	$1.44 \cdot 10^{-3}$	$1.86 \cdot 10^{-2}$	$2.7 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$0.54 \cdot 10^{-3}$	22
$4.18 \cdot 10^{-3}$	$9.2 \cdot 10^{-4}$	$1.72 \cdot 10^{-2}$	$0.2 \cdot 10^{-5}$	$4 \cdot 10^{-5}$	$1.20 \cdot 10^{-3}$	1.8
$4.12 \cdot 10^{-3}$	$1.69 \cdot 10^{-3}$	$2.19 \cdot 10^{-2}$	$0.2 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$1.15 \cdot 10^{-3}$	0.2
$4.42 \cdot 10^{-3}$	$4.11 \cdot 10^{-3}$	—	—	—	—	—
$4.36 \cdot 10^{-3}$	$2.51 \cdot 10^{-3}$	$2.26 \cdot 10^{-2}$	$1.14 \cdot 10^{-5}$	$5.63 \cdot 10^{-5}$	$1.79 \cdot 10^{-3}$	

ность. Так, например, наибольшее количество Cl ($n \cdot 10^{-4}$%) содержится в ключах, наиболее низкое содержание Cl — в речках ($n \cdot 10^{-5}$% и даже ниже). То же наблюдается по отношению к HCO_3 и SO_4 (см. SO_4 в воде ключей).

9. Содержание J, Br, F

В первом нашем сообщении мы детально рассмотрели характер распределения этих элементов в водах, почвах, организмах В. Забайкалья (см. табл. 5).

Содержание J в воде, пище и т. д. представляет интерес в связи с эндемическим зобом среди людей и животных этого района. Как правило, в «здоровых» реках (в смысле уровской болезни), например в р. Куренге, содержание J обычное, до $2.8 \cdot 10^{-7}$% (2.8 γ в 1 л). Ключи также содержат около 1 γ J в 1 л.

В речках Тайна, Еканча, Буня, Зола и др. содержание J меньше 1 γ в 1 л. Эти данные следует сравнить с данными по содержанию J в почвах, траве и т. д. из этого же района (см. табл. 12). На корреляции недостаточности J и эндемического зоба мы здесь не останавливаемся (см. Виноградов, 1946). Распределение Br изучено впервые в области уровской эндемии, и практических выводов пока сделать нельзя.

Некоторый избыток F в воде, почве может вызвать заболевание населения крапчатостью эмали зубов. В районе имеются флюоритовые месторождения (например, Солонечное). Содержание F в «здоровых» и «больных» водах не различалось. Наибольшее количество F оказалось в ручье пади Солонечной, однако в количествах, обычно не вызывающих крапчатости эмали зубов. Для сравнения приводим данные по F в водах Европейской части Союза из работы Лаборатории (Виноградов, Селиванов и Данилова, 1937) (табл. 6).

Содержание P в «здоровых» и «больных» водах — обычное для рек. Содержание бора — около $n \cdot 10^{-6}$%.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Таблица 3

Содержание минеральных солей Ca и Mg в реках[1]

Название рек	Прокаленн. остаток $\times 10^{-3}$%	Ca $\times 10^{-3}$%	Mg $\times 10^{-3}$%	Название рек	Прокаленн. остаток $\times 10^{-3}$%	Ca $\times 10^{-3}$%	Mg $\times 10^{-3}$%
Турон	3.56	0.8	0.26	Уров	8.20	2.2	0.92
Мотогор	4.0	1.1	0.34	Саранча	8.82	2.6	0.77
Сивачи	4.3	1.2	0.47	Ильдикан	6.60	2.1	0.41
Екапча	4.5	1.3	0.14	Курепга	9.00	3.1	0.78
Унда	5.1	1.4	0.45	Челдон	19.6	6.1	2.48
Буня	5.9	1.4	0.57	Михайловская	31.6	7.1	3.17
Алашири	5.38	1.7	0.41	Волга (средн.)	(15.0)	5.2	1.2
Зола	6.39	1.9	0.77	Москва (средн.)	(18.0)	6.1	1.5
Газимур	8.10	2.1	0·62	Реки (средн. миров)	10.0	4.0	1.0

[1] Ca определялся по микрометоду — оксидиметрическим титрованием осадка оксалата кальция; Mg — весовым методом, в виде пирофосфата.

10. Содержание Ra

Практически нерадиоактивными оказались вода в Патрино, ключ в Догье, вода рек Буни и Алашири (содержание Ra в них меньше 10^{-13}% — предел чувствительности обычно применяемого прибора).

11. Спектроскопическое изучение состава остатка вод

В остатке воды систематически путем спектроскопического анализа обнаруживались следующие химические элементы (помимо обычных): Pb, Mn, Zr, Mo, Cu, Ti и реже другие. Было обращено внимание на содержание Cd, но количество его оказалось в водах меньше открываемого спектроскопически.

Некоторые данные приведены в табл. 7.

Все названные элементы присутствуют в водах района либо в количествах, сравнимых с содержанием тех же элементов в воде р. Москвы, либо в несколько бо́льших. В последнем случае их распределение в «здоровых» и «больных» водах не регулярное.

К 1-й категории (сравнимых с Москва-рекой) относятся, например, Sr, Zr, Cu, Ti и др.

Ко 2-й категории относятся, например, Pb, Mo, содержание которых несколько выше, чем в Москва-реке.

Pb встречается в пробах воды рек С. Борзя (чуть ниже с. Сергиевки), р. Унды (против Коровина), р. Буни (около с. Догье) и некоторых других. Pb в воде содержится не больше $n \cdot 10^{-4}$% сухого остатка. Распределение его не связано со всеми «больными» водами (табл. 7). Наибольшее (спектроскопически) количество Mo отмечено в пробе воды р. Унды против Коровина, затем в воде Аргуни около Олочи, в Потоскуйском ключе Шивия и в других водах. Максимум Mo около 10^{-3}% сухого остатка. Картина распределения Mo в водах полностью не налагается на картину

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Таблица 4

Содержание стронция в «здоровых» водах

Место взятия пробы	Ca×10⁻³%	SrO в CaO, %	Sr в воде ×10⁻⁵%	Ca/Sr
Ключ (колодец) около церкви с. Догье	5.36	0.35	2.2	243
Патрино, каптированный ключ на лев. бер. речки	—	0.22	0.8	—
Козулинский ключ в 1 км выше Козулина	4.42	1.34	7.0	63
Ключ у с. «Ключи Уровские»	5.15	0.58	3.5	147
Р. Ильдикан у с. Чупрово	2.16*	0.57	1.5	144
Ключ у с. Чупрово, непоср. выше	4.18	0.80	4.0	104
с. Кадая, ключ против села	5.07	0.70	4.3	117
Михайловское, Средняя Борзя выше моста	—	0.37	1.8	—
Р. Куренга около Б. Тонтойского моста, выше пади Челдон	3.01	0.50	1.8	170
Ключ Масюков, пос. Золинский у головы ключа	5.17	0.88	5.4	96
Ключ в пос. Талакан	3.95	0.72	1.6	222
Р. Средняя Борзя, у мельницы ниже с. Сергиевка	—	0.66	0.6	—
Речушка в Михайловском, лев. приток Средней Борзи	7.64	0.43	3.9	197
Ручей в пади Солонечной, пос. Солонечный	2.36	0.84	2.3	100
Потоскуй. Ключ Шивия у сопки	4.12	0.90	6.8	60
Ключ между Куликово и Кузнецово	5.7	>2	>20.0	Ок. 29
Р. Челдон в с. Б. Тонтой	6.07	>2	>15.2	» 4

Содержание стронция в «больных» водах *

Р. Сивачи у с. Сивачи	1.21	1.07	1.5	80
Р. Уров у с. «Ключи Уровские»	2.23	0.38	1.0	223
Р. Аргунь у пос. Олочи	—	0.56	1.5	—
Потоскуй, р. Нижняя Борзя, ниже пади Шивия	3.3	0.78	3.0	110
Р. Унда, протока у с. Коровино, у нижн. края села	1.45	0.62	1.0	145
Р. Унда против Коровино	1.34	0.37	0.6	223
Р. Зола у с. Знаменского	1.99	0.60	1.4	142
Р. Уров у с. Сивачи	2.20	1.73	4.5	50
Р. Алашири у с. Алашири	1.73	0.34	0.7	247
Р. Гавимур у с. Трубачево	1.91	1.09	2.6	74
Р. Буня около с. Догье	1.77	0.44	0.9	196
Патрино. Ключ на прав. бер. речки	0.31	0.90	0.5	62
Р. Мотогор, в 1.5 км от Хомяков	1.16	0.60	0.8	145
Дучары, река в выселках	—	0.8	0.6	—
Р. Унда, около с. Шелопугина	—	0.81	1.2	—

* Определение Sr в CaO производилось спектроскопически, средняя относительная погрешность ±12%.

распределения уровской эндемии (см. табл. 7),[1] но на характер распространения Mo следует обратить внимание. Известны заболевания животных так называемой tearlness в районах, богатых Mo в почвах и растительности.

[1] Район уровской эндемии богат рудами и минералами Pb, Mo и др.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Таблица 5

Содержание галогенов в водах района уровской эндемии (в %)[1]

Место взятия пробы	Дата взятия пробы	Cl	Br	J	F
Р. Куренга у с. Калгачи	19/VI 1935	—	—	$2.81 \cdot 10^{-7}$	$1.5 \cdot 10^{-5}$
Р. Куренга у с. Мироново	19/VI 1935	—	—	$2.21 \cdot 10^{-7}$	$2.5 \cdot 10^{-5}$
Р. Тайна выше с. Тайна	17/VI 1935	—	—	$0.67 \cdot 10^{-7}$	$1.6 \cdot 10^{-5}$
Р. Еканча	30/VI 1935	$3.91 \cdot 10^{-6}$	—	$0.77 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-5}$
Р. Унда у с. Коровино	—	—	—	$1.31 \cdot 10^{-7}$	$1.4 \cdot 10^{-5}$
Р. Унда, левая протока	—	—	—	$1.07 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-5}$
Р. Буня	19/VII 1935	—	—	$0.47 \cdot 10^{-7}$	$1.8 \cdot 10^{-5}$
Р. Саранча	24/VIII 1935	—	—	$0.89 \cdot 10^{-7}$	$1.4 \cdot 10^{-5}$
Р. Борзя	—	—	—	$2.84 \cdot 10^{-7}$	$2.4 \cdot 10^{-5}$
Р. Шилка у г. Сретенска	19/VI 1935	—	—	$0.98 \cdot 10^{-7}$	$7 \cdot 10^{-6}$
Р. Уров у с. Козулино	23/VI 1935	$6.52 \cdot 10^{-6}$	—	$0.32 \cdot 10^{-7}$	$1.5 \cdot 10^{-5}$
Р. Уров у с. «Ключи Уровские»	24/VI 1935	$2.93 \cdot 10^{-5}$	—	$1.57 \cdot 10^{-7}$	$1.5 \cdot 10^{-5}$
Р. Уров у с. Кургуры	25/VI 1935	—	—	$0.8 \cdot 10^{-7}$	$1.6 \cdot 10^{-5}$
Р. Уров у с. Гандыбой	—	—	—	$0.83 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-5}$
Р. Уров у «кислого» ключа	29/VI 1935	—	$1.7 \cdot 10^{-7}$	$1.04 \cdot 10^{-7}$	$1.7 \cdot 10^{-5}$
Р. Уров у пади Солоночной	—	—	—	$1.09 \cdot 10^{-7}$	$4 \cdot 10^{-6}$
Р. Зола у Краснозола	30/VI 1935	$3.26 \cdot 10^{-5}$	—	$0.51 \cdot 10^{-7}$	$1.7 \cdot 10^{-5}$
Р. Зола у Карабзола	12/VII 1937	—	$1.74 \cdot 10^{-6}$	Йода нет	$1.2 \cdot 10^{-6}$
Р. Зола у пос. Золинского	10/VII 1937	—	—	$1.26 \cdot 10^{-7}$	$1.5 \cdot 10^{-5}$
Р. Газимур у с. Усть-Алепуй	—	$8.15 \cdot 10^{-5}$	—	$1.16 \cdot 10^{-7}$	$1.7 \cdot 10^{-5}$
Р. Газимур у с. Трубачево	20/VI 1935	$6.52 \cdot 10^{-5}$	—	$1.06 \cdot 10^{-7}$	$1.2 \cdot 10^{-5}$
Р. Газимур у с. Газимур. Завод	8/VIII 1935	—	—	$1.09 \cdot 10^{-7}$	$1.5 \cdot 10^{-5}$
Р. Газимур у с. Кокуй	—	$4.89 \cdot 10^{-5}$	$1.75 \cdot 10^{-6}$	$0.86 \cdot 10^{-7}$	$1.6 \cdot 10^{-5}$
Ключ в с. «Ключи Уровские»	24/VI 1935	$8.15 \cdot 10^{-5}$	—	$1.26 \cdot 10^{-7}$	$1.4 \cdot 10^{-5}$
Ручей Солонечный	1/VIII 1935	—	—	$1.67 \cdot 10^{-7}$	$3 \cdot 10^{-5}$
«Кислый» ключ	29/VI 1935	—	—	$1.14 \cdot 10^{-7}$	$1.6 \cdot 10^{-5}$
Козулинский ключ	—	—	—	$1.23 \cdot 10^{-7}$	$1.10 \cdot 10^{-5}$
Ключ Масюкова	10/VII 1935	—	—	$0.85 \cdot 10^{-7}$	$6 \cdot 10^{-6}$
Озеро Ямкун	20/VII 1935	—	—	$2.37 \cdot 10^{-6}$	$6.8 \cdot 10^{-5}$

[1] Br определялся по методу, описанному Селивановым (1946); J — см. Виноградов (1939), Труды биохим. лаб., 5; F — см. Виноградов, Селиванов и Данилова (1937).

III. ВЫВОДЫ

1. Основные особенности «больных» вод

Из приведенных данных прежде всего совершенно четко видно различие в составе «больных» и «здоровых» вод по содержанию минерального остатка, resp. солей. Иначе говоря, «больные» воды — мало минерализо-

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Таблица 6

Содержание фтора в воде некоторых рек, озер и других водоемов Союза

Название источника	Дата взятия пробы	Количество воды, взятой для определения, в литрах	Найдено всего, мг	F, %
Р. Москва (в г. Москве)	10/VIII 1935	1	0.12	$1.2 \cdot 10^{-5}$
То же	3/IX 1935	1	0.17	$1.7 \cdot 10^{-5}$
Р. Москва (водопровод в г. Москве)	3/IX 1935	1	0.16	$1.6 \cdot 10^{-5}$
То же	4/IX 1935	1	0.18	$1.8 \cdot 10^{-5}$
»	4/IX 1935	2	0.32	$1.6 \cdot 10^{-5}$
Р. Москва во время паводка	28/III 1936	1	0.18	$1.8 \cdot 10^{-5}$
Р. Волга (около г. Горького)	10/VIII—19/VIII 1935	1	0.10	$1.0 \cdot 10^{-5}$
То же	10/VIII—19/VIII 1935	1.5	0.13	$0.9 \cdot 10^{-5}$
Р. Волга (против г. Саратова)	13/IX 1935	1	0.12	$1.2 \cdot 10^{-5}$
» »	13/X 1935	2	0.24	$1.2 \cdot 10^{-5}$
» »	13/X 1935	4	0.48	$1.2 \cdot 10^{-5}$
Р. Обь (около г. Томска)	6/X 1935	1	0.12	$1.2 \cdot 10^{-5}$
То же	6/X 1935	1	0.13	$1.3 \cdot 10^{-5}$
»	6/X 1935	1	0.13	$1.3 \cdot 10^{-5}$
Р. Днепр (около г. Днепропетровска)	20/X 1935	1	0.17	$1.7 \cdot 10^{-5}$
То же	20/X 1935	1	0.16	$1.6 \cdot 10^{-5}$
Р. Енисей (около г. Красноярска)	8/X 1935	1	0.10	$1.0 \cdot 10^{-5}$
То же	8/X 1935	1	0.08	$0.8 \cdot 10^{-5}$
Р. Дон (около г. Новочеркасска)	25/X 1935	0.5	0.30	$3.0 \cdot 10^{-5}$
То же	25/X 1935	0.5	0.30	$3.0 \cdot 10^{-5}$
Р. Уров (около Козулина)	23/VI 1935	1	0.15	$1.5 \cdot 10^{-5}$
Р. Нева (в г. Ленинграде)	30/VIII 1935	1	0.05	$0.5 \cdot 10^{-5}$
То же	30/VIII 1935	2	0.08	$0.4 \cdot 10^{-5}$
»	30/VIII 1935	3	0.13	$0.4 \cdot 10^{-5}$
Р. Лопарская	7/X 1936	0.5	0.09	$1.8 \cdot 10^{-5}$
То же	7/X 1936	0.5	0.09	$1.8 \cdot 10^{-5}$
Озеро Большой Вудьявр (водопровод, г. Кировск)	6/X 1936	0.5	0.06	$1.2 \cdot 10^{-5}$
Озеро Большой Вудьявр (водопровод, г. Кировск)	6/X 1935	0.5	0.06	$1.2 \cdot 10^{-5}$
Вода из буровой у подножья гор. Сев. Куккисвумчорр	7/X 1936	0.05	0.09	$1.8 \cdot 10^{-4}$
То же	7/X 1936	0.05	0.085	$1.7 \cdot 10^{-4}$

ванные, иногда с очень малым содержанием обычных солей, в частности Са.

В болотах, откуда берут начало многие речки и реки, растительность и торфяные массы связывают растворимые в воде соли и извлекают их. Это хорошо известный процесс. Некоторые воды болот (сфагновых) приближаются по составу к дестиллированной воде. Вода речек Алаширн, Мотогор, Сивачи, Туров и многих других очень мало минерализована — с малым содержанием Са. Вода речек степной части района (Ильдикан, Саранча, Михайловская, Потоскуй и др.) несколько более минерализована. По мере приближения по речкам к их устью и, наконец, к рекам 1-го порядка содержание Са растет (см. табл. 3). Среди рек 2-го порядка есть хорошо минерализованные реки с большим содержанием Са — реки «здоровые»: Куренга, Челдон, Михайловская и др. Объяснение этому, повидимому, мы нашли правильное. Его можно приложить и ко всем другим

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Таблица 7

Спектроскопические качественные определения реже встречающихся в воде химических элементов

Название образцов воды	Mn	Cu	Mo	Pb	Ti	Zr
Москва-река	—	сл	—	—	сл	ср
»	—	сл	—	—	сл	сл +
Р. Широкая в Трубачеве	о.сл	сл	сл	tr	tr	tr
Р. Буня около с. Догье	сл	сл =	—	сл =	сл	сл
Р. Зола у пос. Золинского	—	сл =	сл =	—	сл =	—
Р. Зола (1935)	о.сл	о.сл	—	о.сл	—	—
Р. Мотогор около Хомяков	сл =	сл =	—	—	сл	сл
Р. Сивачи у с. Сивачи	сл =	сл =	—	—	ср	сл +
Р. Алашири около с. Алашири	—	сл =	—	—	сл +	сл +
Р. Нижняя Борзя ниже пади Шивия	сл =	сл =	—	—	сл	сл +
Р. Средняя Борзя ниже Сергеевки	о.сл	о.сл	tr	сл	tr	tr
Р. Ильдикан у с. Чупрово	сл	сл =	сл	—	ср	сл +
Р. Михайловская	о.сл	сл +	tr	tr	о.сл	о.сл
Р. Чида, против Коровино	сл	сл	ср	о.сл	сл	сл
То же (1935)	СН	сл	—	—	сл	—
Р. Куренга у Б. Тонтойского моста	—	сл =	—	—	сл	сл +
Р. Челдон у с. Б Тонтой	о.сл	сл	—	—	о.сл	сл
Р. Туров у с. Туров	сл =	сл =	—	—	сл =	сл =
Р. Аргунь у пос Олочи	tr	о.сл	сл	—	tr	tr
Р. Газимур у с. Трубачево	о.сл	сл	сл	tr	tr	tr
То же (1935)	о.сл	о.сл	—	ср	—	—
Р. Уров в с. «Ключи Уровские»	сл	сл =	—	—	сл	сл +
Р. Уров в пос. Талакан	—	ср	tr	tr	о.сл	сл
То же (1935)	сл	сл	—	о.сл	—	—
Ключ в с. Догье	—	о.сл	—	—	сл	ср
» Масюков, пос. Золинский	—	сл =	—	—	сл =	сл
» между Куликово и Кузнецово	—	ср =	—	—	сл =	сл =
» Патрино (капгаж)	—	tr	—	о.сл	о.сл	сл
» » на прав. бер. реки	сл	сл =	сл =	—	сл	сл +
» с. «Ключи Уровские»	—	сл =	—	—	сл	ср
» в пос. Талакан	сл	сл =	—	—	ср	сл
» Шивия в Потоскуй	tr	tr	сл	tr	о.сл	о.сл
» в с. Чупрово	сл =	сл =	сл =	—	сл	сл +
» в с. Кадая	—	—	—	—	сл	сл =

Условные обозначения

СН (сильные линии) порядка 10^0 % сухого остатка
ср (средние линии) » 10^{-1} — 10^0 % сухого остатка
сл (слабые линии) » 10^{-2} — 10^{-3} % » »
о.сл (очень слаб. линии) » 10^{-3} — 10^{-4} % » »
tr (следы линий) » 10^{-4} — 10^{-5} % » »
+ увеличивают значение в пределах декады.
= уменьшают значение в пределах декады.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

случаям «здоровых» вод, а именно: если мы обратимся к расположению «здоровых» сел по геологической карте района, то оказывается, что все эти села расположены в пределах отдельных пятен известняков, например, Перчинский завод, Газимурский завод, Тонтой, Шелапугино, Кадая, «Ключи Уровские», Талакан, Усть-Уров и т. д. (см. карту на стр. 41).[1] Соответственно этому и речки, текущие в известняках (Челдон, Михайловская и др.), «здоровы». Совершенно ясно, что и ключи здесь всегда «здоровые». Наоборот, «больные» села пользуются водой из речек и рек, текущих вне известняков этого района. Приведем данные по содержанию Ca в питьевой воде некоторых пар сел, из которых одно «здоровое», другое — «больное», находящихся рядом (на расстоянии 5—10 км), что невольно привлекало внимание исследователей.

«Больные» села	Ca×10⁻³%	«Здоровые» села	Ca×10⁻³%
Догье	1.8	Догье	5.4
Сивачи	2.2	«Ключи Уровские»	5.2
Алашири	1.7	Талакан	4.7
Патрино	0.3	Георгиевское	5
Туров	0.8	Тонтой (р. Челдон)	6.1
Коровино	1.5	Шелапугино	7.1
Сергеевка	0 8	Чупрово	4.2
Золинский	1.0	Ключ Куликово-Кузнецово	5.8
г. Зерентуй	1.0	Ивановское	4·0

Таким образом, наличие известняков предотвращает или резко ослабляет эндемию уровской болезни. О Патрине мы уже говорили. Этот случай особенно примечателен. Вода иного происхождения —подземная, из трещин базальта, но мало минерализована и потому является в условиях района «больной» водой.

Содержание солей, и в частности солей Ca, в воде речек и рек изменяется закономерно. Наименее минерализованные — воды болот, затем вер-

Таблица 8

Содержание CaO и P_2O_5 в горных породах

Название породы и место сбора	CaO, %	P_2O_5, %
Песчаник, склон рудничной сопки по р. Золе	1.86	0.13
Черный песчаник, сопка Поклонная по р Золе	0.34	0.12
Гнейс, сопка Сиверс по р. Золе	3.08	0.10
» (среднее мировое)	3.00	0.08
Аплит, сопка Ногинка ниже Каменного брода	0.30	0.04
» (среднее мировое)	1.13	0
Гранит, сопка под Сретенском	2.00	0.09
» правый берег р. Уров, падь Проходная	1.54	0.05
» падь Ларьга р. Зола	1.64	0.23
» (среднее мировое)	2.15	0.24
Эффузив, берег р. Золы, выше Краснозола	2.45	1.05
» » р. Газимура у села Корабль	4.92	0.80
» (среднее мировое)	7.72	0.43

[1] К сожалению, нет геохимической карты. Известняки могут частично доломитизироваться, замещаться кремнием. С другой стороны, песчаники могут иметь известковый цемент.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

ховья речек (вытекающих из болот), и только далее вода этих речек несколько обогащается солями Ca, наконец, большие реки еще более богаты солями.

Распространение и тяжесть эндемии уровской болезни идет, как известно, по статистике Белковского, Дамперова и других в обратном направлении; наиболее сильна она в верховьях рек, около болот и ослаблена по направлению к устьям речек.

Состав воды рек и степень их минерализации являются показателем характера процесса выветривания в районе бассейна реки (в частности, процессов вымывания растворимых солей из пород и почв и т. д.).

2. О содержании Ca и P, Si, J, F в породах, почвах, растительном покрове и некоторых продуктах

Район, как мы говорили, характеризуется развитием полей гранитов и эффузивов, базальтов. Так, например, Уров течет по базальтовому ложу. Содержание Ca (и P) в этих породах здесь несколько ниже среднего значения (табл. 8).

Наши анализы еще в 1936 г. показали пониженное содержание Ca в сене из этого района. Мы тогда же обратили внимание на возможность существования эндемии остеопороза среди животных; в настоящее время это установлено. Приводим данные по содержанию CaO и P_2O_5 из разных мест для «здорового» и «больного» сена (табл. 9). Содержание Ca в некоторых образцах очень резко понижено. Содержание P немного отклоняется от средних данных.

Интересно, что растительность болот относительно богаче Ca. Но здесь много ядовитых растений (цикута), и поэтому это сено не употребляется в пищу скотом. В составе растительного покрова падей много злаков.

Содержание Ca и P в зернах злаков и в молоке (табл. 10), как и следовало ожидать, мало отклоняется от обычных средних чисел. О содержании J см. табл. 11. В ряде мест района содержание J в почвах (пойма Урова, Золы и др.) невысокое. В сене поэтому содержание J явно мало.

В общем по содержанию J в водах, почвах, растительности и т. д. изучаемый район напоминает районы, пораженные эндемией зоба средней степени (см. Виноградов, 1946).

3. Об источниках Ca в пище населения

Основным источником Ca в пище человека является молоко, затем овощи и отчасти фрукты. В сутки человек принимает в среднем около 0.7 г Ca. Вода, при нормальном содержании Ca 5.10^{-3}%, вряд ли является существенным источником Ca для человека. Однако известны случаи, указывающие на влияние воды с разным содержанием Ca на обмен животных. Может быть, в районе эндемии уровской болезни недостаток Ca в воде при недостатке его в пище играет большую роль. Население района не потребляет молока в сколько-нибудь значительных количествах. Предпочитают даже пользоваться сметаной (Дамперов). Овощей почти нет. Воды мало минерализованы. Зимой с января пользуются водой из омутов или льдом, т. е. практически дестиллированной водой в смысле содержания солей.

Население района не потребляет ввозных пищевых продуктов, пользуется местными. Сложившиеся бытовые условия, как занятие охотой,

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Таблица 9

Содержание CaO, P_2O_5, SiO_2 и золы в сене из различных местностей (в %)

Место взятия пробы сена	Зола	SiO_2	CaO	P_2O_5	По данным исследователей [1]
Области с остеопорозом животных из разных стран	—	—	0.68	0.22	Кармрадт
	—	—	0.90	0.23	»
	—	—	0.70	0.26	Штоманн
	—	—	0.63	0.26	Вольф
	—	—	0.37	0.20	Морген
	—	—	0.67	0.26	»
	—	—	0.52	0.29	Штутцен
	—	—	0.70	0.26	Ролов
	—	—	0.19	0.15	»
	—	—	0.28	0.14	»
	—	—	0.28	0.13	»
	—	—	0.50	0.27	Климмер
	—	—	0.35	0.32	»
Среднее . . .	—	—	0.52	0.22	
Прав. берег р. Золы, 1935 г. . .	5.26	1.87	0.61	0.46	
Из стогов, прав. бер. р. Унды, Коровино, 1935 г.	8.33	6.74	0.72	0.38	
Лев. бер. р. Унды, выше Коровина, 1935 г.	3.94	1.82	0.63	0.27	
Долина р. Газимур, 1935 г. . .	7.54	1.24	0.35	0.46	
Лев. бер. р. Урова, 1935 г. .	6.08	1.96	0.63	0.43	
Пойма р. Урова, 1937 г.	6 4	1.94	0.69	0.42	
» р. Золы, 1937 г.	5.7	1.38	0.57	0.51	
» р. Еканча, 1937 г . . .	5.5	1.65	0.41	0.46	
» р. Газимур, 1937 г . . .	6.8	1.90	1.08	0.36	
Лев. бер. р. Урова, 1937 г. . .	7.1	2.01	0.48	0.98	
Болотная растительность № 54, 1937 г.	10.1	2.73	1.21	0.62	
Среднее . . .	—	—	0.56	0.48	
Хорошее сено из разных стран	—	—	1.43	0.81	Гофмейстер
	—	—	1.12	0.55	Бейске
	—	—	0.95	0.43	Кармрадт
	—	—	1.43	0.43	Вольф
	—	—	1.06	0.58	»
	—	—	1.60	0.48	»
	—	—	1.11	0.50	Горен и В.
	—	—	1.18	0.46	»
	—	—	0.95	0.42	Штутцен
Среднее . . .	—	—	1.20	0.52	

[1] См. Орр и Щербатова (1929).

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Таблица 10

Содержание CaO, P_2O_5, SiO_2 и золы в зернах злаков и в молоке (в %)

Название и место взятия пробы		Дата взятия пробы	Зола	SiO_2	CaO	P_2O_5
Овес, Чупрово	Здоров.	1937	3.3	1.45	0.08	0.78
» Патрино, колхоз	Больн.		3.3	1.55	0.07	0.75
Пшеница, Чупрово	Здоров.		1.3	0.01	0.05	0.67
» Патрино	Больн.		1.6	0.02	0.05	0.87
Молоко, Чупрово	Здоров.		0.80	—	0.10	0.25
» Патрино	Больн.		0.77	—	0.14	—

Таблица 11

Содержание иода в растениях (сено) и почвах района Уровской эндемии (в %)

Название и место взятия пробы	Дата взятия пробы	Содержание J в % на живой вес
Сено, около пади Солонечной	2/VII 1935	$2.62 \cdot 10^{-6}$
» пойма р. Урова	2/VII	$5.4 \cdot 10^{-6}$
» близ пади Солонечной	2/VI	$3.87 \cdot 10^{-6}$
» болотная растительность у р. Золы	11/VII	$3.5 \cdot 10^{-6}$
» пади Саранчи	24/VIII	$3.8 \cdot 10^{-6}$
» пади р Зола около ключа Масюкова	10/VII	$5.57 \cdot 10^{-6}$
» на прав. бер. р. Уиды около Коровино		$3.71 \cdot 10^{-6}$

Почвы Уровского района	Содержание J в абс. сухой почве (в %)
Почва, пойма лев. бер. р. Уров ниже впадения р. Солонечной	$4.62 \cdot 10^{-4}$
Почва, лев. бер. р. Куренга у с. Мироново	$7.48 \cdot 10^{-4}$
» по прав. бер. р. Шилки у г. Сретенска	$9.12 \cdot 10^{-4}$
» с главного русла р. Уиды	$8.12 \cdot 10^{-4}$
» прав. бер. р. Золы выше пос. Золинского	$3.75 \cdot 10^{-4}$

отлучки на длительное время на сенокосы (в пади) и т. п., нарушают правильное питание и вместе взятые могут вызвать извращение минерального обмена.

4. Признаки недостаточности Ca и других химических элементов у животных

На характерное заболевание скота уровского эндемического района обратили внимание еще Юренский, Сакович, Добровольский и другие, указывающие на ломкость костей у рогатого скота. Во многих селах телята не ходят; кости таких телят режутся ножом. Свиньи «горбатые». Болеют также и лошади. На симптомы недостатка Ca у животных ныне указывают многие авторы.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Остеопороз животных в этом районе, повидимому, эндемичен. Здесь необходимы надлежащие исследования. Между тем попытки найти уровскую болезнь у животных дали отрицательные результаты. Невольно хочется спросить, не вызывается ли этот остеопороз, ломкость костей у животных на Урове, наряду с другими страданиями (хорошо известными ныне во многих местах земного шара), одной и той же основной причиной, вызывающей и уровскую болезнь у людей,— недостатком Ca и P?

5. Признаки недостаточности Ca у людей

У людей не описано эндемических заболеваний, вызываемых прямым недостатком Ca в пище, хотя мы встречались с некоторыми указаниями в этом направлении, например, для Шварцвальда в Германии или для района Педжет-Зунд в США и др. Рахит рассматривают прежде всего как авитаминоз.

В районе эндемии уровской болезни дети иногда на 100% были поражены рахитом. В более тяжелых по рахиту местностях более сильно проявляется уровская болезнь (Шипачев, Сергиевский). Этот рахит начинается иногда с первых месяцев жизни, а некоторые описывали и эмбриональный рахит. Этот рахит эндемичен в районе. Он, как признают авторы, отличается от обычного рахита (Сергиевский). Все указывают на связь этого рахита с уровской болезнью. Когда кончается этот рахит и когда начинается уровская болезнь — на этот счет еще существует разногласие.

Нарушения Ca обмена у больных этого района сказывается в отставании прорезывания зубов. Единственное определение Киреева состава крови уровских больных[1] указывает на понижение содержания Ca в их крови. Наши исследования состава костей уровских больных дают картину резкого понижения содержания Ca в эпифизах круглых костей (в %):

	Здоровый, диафиз	*Здоровый, эпифиз*	*Больной, диафиз*	*Больной, эпифиз*
Потери при прокаливании	32.76	35.05	33.28	38.1
Mg	0.32	0.35	0.41	0.32
Ca	27.42	26.48	24.50	24.50
PO_4	37.08	35.04	36.62	32.79
NaCl и другие не удаленные соли . .	2.42	3.08	5.19	4.78

6. Основные выводы

Таким образом, с распространением эндемии уровской болезни и с ее напряженностью в разных местах прямо коррелируется содержание Ca в питьевых водах. «Больные» воды мало минерализованы и бедны Ca, «здоровые» — более минерализованы и богаче Ca.

«Больные» воды — это воды речек, особенно в их верховьях, а также рек Урова, Газимура и др. «Здоровые» воды, как правило,— воды ключей, более минерализованные. Интересно, что ключ в Патрино мало минерализован, с малым содержанием Ca — «больной».

Далее мы видели приуроченность «здоровых» сел к областям развития известняков и пользования населения жесткой водой, богатой Ca. Обратно — нахождение «больных» сел (иногда рядом со «здоровыми», что всегда поражало исследователя) наблюдается вне областей

[1] Однако необходимо заметить, что анализ производился у больных, привезенных в Москву.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

развития известняков. Пользование мягкими водами без Ca сопровождается наличием рахита у людей и ломкости костей у животных на фоне уровской эндемии у человека (поражающей ткани, требующие Ca!). Это все вместе позволяет считать одной их основных причин уровской эндемии у человека острый недостаток Ca. Характер питания населения этого района усиливает недостаток в потреблении Ca. Употребление овощей, фруктов здесь не распространено. Скот дает мало молока (что косвенно также указывает на недостаток Ca в пище скота). Летом население уходит в пади на сенокосы, пользуется водой речек и ключей. Зимой широко пользуется льдом. Как правило, привозных продуктов (богатых Ca) в этом районе не было.

Естественно ожидать нарушение Ca/P баланса. Характер болезни — нарушение роста костей, декальцинация их эпифизов, деформация и т. д., также прямо указывает на нарушение Ca обмена, особенно в период интенсивного роста человека.

Возможно, что высокое содержание Sr при малом содержании Ca в питьевой воде (и следовательно, в пище) также усиливает неблагоприятное влияние недостатка Ca, поскольку роль Sr в этом смысле на образование костей известна.

Известны области, где вода рек или озер, употребляемая населением, мало минерализована, но население не болеет уровской болезнью, например, вода многих наших северных рек, воды Хибин, р. Невы в Ленинграде и т. д. Однако здесь население может широко пользоваться разнообразными продуктами, являющимися источником солей кальция, часто привозными, или же в этих районах нет оседлого населения. Между тем на Урове природные условия, характер питания и т. д. усиливают значение имеющейся минеральной и кальциевой недостаточности.

Содержание галоидов — J, Br, (Cl), F в различных водах, растениях, почвах и т. д. не дает указания на их роль в возникновении уровской эндемии. Характер содержания иода указывает на его недостаточность в некоторых местах района, более здоровых по уровской болезни.

Во многих водах как в «больных», так и в «здоровых» различного происхождения систематически обнаруживались спектроскопически Cu, Zn, Pb, Ti, Zr, Mo, Mn и случайно другие химические элементы. Однако содержание большинства их находилось в тех же пределах, что и в воде рек других мест Союза. Исключение составляют свинец и молибден (и, отчасти, стронций). Но картина распределения этих элементов (Pb и Mo) не позволяет при нынешних знаниях связать более или менее случайное их нахождение с появлением уровской эндемии. Распространение Mo заслуживает изучения.

Ряд химических элементов, как кадмий, золото и др., в водах района спектроскопически не был обнаружен.

Радий обнаруживали меньше чем 10^{-13}%.

Появление эндемии поэтому нельзя сейчас связать ни с одним из указанных химических элементов, и следует отказаться от существующих на этот счет теорий как не имеющих обоснования.

Содержание органического вещества в водах эндемического очага не является исключительным, и окисляемость вод не следует параллельно тяжести эндемии.

ЛИТЕРАТУРА

Виноградов А. П. Геохимические исследования в области распространения уровской эндемии. ДАН СССР, 1939, 23, № 1, 64.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Виноградов А. П. Биогеохимические провинции. Тр. Докучаевской сессии АН СССР, 1948.
Виноградов А. П., Селиванов Л. С. и Данилова В. В. Фтор в воде рек Союза ДАН СССР, 1937, 14, № 6, 361.
Виноградов А. П. Труды Биогеохим. лаб. АН СССР, 1939, 5.
Виноградов А. П. Геохимическая обстановка в районах эндемического зоба. Изв. АН СССР, Сер. геогр. и геофиз. 1946, 10, № 4, 341.
Дамиеров П. П. Уровская Кашин-Бека болезнь. М — Л., 1939. (Библиография вопроса).
Драгомирова М. А. Содержание иода в питьевых водах. Тр. Биогеохим. лаб. АН СССР, 1944, 7, 5.
Селиванов Л. С. Геохимия и биогеохимия рассеянного брома. Тр. Биогеохим. лаб. АН СССР, 1946, 8.
Orr J. B. a. Scherbatoff H. Minerals in Pastures 1929, 50.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

ТРУДЫ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ АКАДЕМИИ НАУК СССР, IX

П. Н. ПАЛЕЙ

О СОДЕРЖАНИИ КАЛЬЦИЯ В ПИТЬЕВЫХ ВОДАХ РАЙОНА УРОВСКОЙ ЭНДЕМИИ

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

I. Введение 33
II. Выбор объекта обследования и методика работы 33
III. Соседние села, резко отличные по пораженности болезнью Бека 34
IV. Закономерность распределения вод, богатых Ca 36
V. Активность водородных ионов (pH) в водах района уровской эндемии . . 36
VI. Зависимость между пораженностью местности и составом вод 36
VII. О зимнем водопользовании 40

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

I. ВВЕДЕНИЕ

Работами предыдущих лет (Уровский институт, Иркутский медицинский институт, Биогеохимическая лаборатория Академии Наук и др.) было установлено, что уровская болезнь, или болезнь Кашин-Бека, имеет характер эндемии. Можно считать доказанным, что заболеваемость отдельных селений и даже отдельных частей селений тесно связана с используемыми ими источниками водоснабжения.

В 1936 г. Виноградовым была выдвинута гипотеза о недостаточности кальция в водах и пище как основном моменте в этиологии болезни Кашин-Бека.

Работы 1938 г. и были в основном посвящены проверке этой гипотезы на широком материале.

II. ВЫБОР ОБЪЕКТА ОБСЛЕДОВАНИЯ И МЕТОДИКА РАБОТЫ

В выборе объектов и маршрута обследования главным мотивом было желание охватить наиболее контрастные случаи, т. е. наиболее и наименее пораженные болезнью Бека селения, расположенные возможно близко друг к другу, т. е. в одних климатических и тому подобных условиях. В оценке пораженности селений был использован статистический материал Уровского института; однако, учитывая трудности диагностики болезни Бека в I стадии, мы обращали внимание не столько на общий процент пораженности населения, сколько на пораженность II и III степени. К сожалению, в сводках Уровского института мы не нашли данных о поражении II и III степенью всего населения, а нашли только для взрослых больных от 15 до 50 лет. Это число было пересчитано нами в процентах ко всему обследованному населению каждого села; данный процент и лег в основу оценки пораженности населения болезнью Бека. В некоторых случаях эта оценка резко расходится с оценкой по суммарному проценту: так, селение Быстрая Газимурского района имеет суммарный процент 53.8%, а II и III степени у взрослого населения не найдено вовсе — 0%. В таких случаях мы считали село «здоровым» в смысле болезни Бека.

Маршрутным обследованием были охвачены 62 селения, расположенные в бассейнах рек Куренги, Унды, Газимура, Урюмкана, Урова, Нижней Борзи и некоторых мелких притоков Аргуни (см. маршрут по прилагаемой карте — приложение 1, стр. 41). В каждом селе обследовались, по возможности, все источники водоснабжения и собирались сведения о количестве дворов, пользующихся данным источником.

Из каждого источника отбиралась проба воды в количестве 40—50 мл. Определение кальция в ней производилось из объема 5 мл путем осаждения 2 мл насыщенного раствора щавелевокислого аммония, содержащего 3% хлористого аммония. Вода предварительно подкислялась 2 каплями

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

крепкой уксусной кислоты и нагревалась на водяной бане. Через 30 мин. жидкость центрифугировалась 3 мин., раствор отбирался пипеткой и заменялся дистиллированной водой со взмучиванием осадка. Промывание с последующим центрифугированием повторялось трижды, затем осадок растворялся в 5% серной кислоте и, подогретый, титровался свежеприготовленным 0.01N раствором $KMnO_4$. Вся операция производилась в центрофужной пробирке с оттянутым концом. Расход 0.01N $KMnO_4$ на получение устойчивой слаборозовой окраски в 5 мл 5% серной кислоты составлял 0.027—0.035 мл. При наличии в пробе воды мути она отделялась центрифугированием, и прозрачная проба в 5 мл переносилась в другую пробирку. Проверка этого метода на образцах вод из района уровской эндемии, анализированных весовым методом в Биогеохимической лаборатории (В. М. Ратынский), показала расхождение в десятых долях миллиграмма на 1 л.

Всего было взято 187 проб воды.

В архивах Уровского института имеется значительное число неопубликованных анализов вод, включающих определение кальция (CaO). Все эти анализы (около 200), а также литературные данные были перечислены на содержание Ca и выражены так же, как и наши, в миллиграммах на 100 мл (или 10^{-3}%).

Сводка всех цифровых данных содержания Ca в водах и данных по поражению сел уровской болезнью приводится в приложении 2. Все данные расположены по бассейнам рек.

III. СОСЕДНИЕ СЕЛА, РЕЗКО ОТЛИЧНЫЕ ПО ПОРАЖЕННОСТИ БОЛЕЗНЬЮ БЕКА

Сравнение содержания кальция в водах «больных» и «здоровых» сел нельзя производить ни по одному источнику на каждое село, ни по среднему значению для всех вод данного села. Большинство обследованных селений пользуется водой из двух, трех и более ключей, колодцев или рек, но всегда в разное время. Популярность того или другого источника обычно определяется не столько качеством воды, сколько доступностью источника, расстоянием его от дворов. Иллюстрацией этому могут служить схематические планы сел Павловское (Газимурский р-н) и Гомужан (Нерчинский р-н)— см. приложение 3 (стр. 53).

«Здоровое» село Павловское пользуется ключами, содержащими Ca $4.08 \cdot 10^{-3}$%, расположенными почти в центре села, и не пользуется рекой, содержащей Ca $0.98 \cdot 10^{-3}$%, отделенной от села болотистой поймой.

«Больное» село Гомужан пользуется водой из реки, содержащей Ca $1.7 \cdot 10^{-3}$%, вдоль которой оно расположено, и не пользуется каптажем, содержащим Ca $3.7 \cdot 10^{-3}$%, отделенным от села рекой и труднопроходимым болотом.

Сравнивая наиболее характерные случаи «больных» и «здоровых» сел (табл. 1 и карта приложения 1), мы обращали главное внимание на наиболее широко используемые источники водоснабжения. Такое сравнение в подавляющем большинстве случаев показывает бедность кальцием вод «больных» сел и значительно более высокое содержание Ca вод «здоровых» сел. Так, «больное» село Дучары питается водой из речки Калукши (Ca $0.99 \cdot 10^{-3}$%) и из ключей в селе, под кладбищем (Ca —$1.35 \cdot 10^{-3}$%). «Здоровое» село Верхне-Борзинское, расположенное в том же бассейне р. Нижней Борзи, в 30 км от с. Дучар, пользуется ключом за кузницей

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Таблица 1

Соседние села, резко отличные по пораженности болезнью Бека

Села больные	% поражения II+III общее [1]	Ca×10⁻³ %	Села здоровые	% поражения II+III общее [1]	Ca×10⁻³ %
Дучары, река	12/56	0.99	Б. Борзи, река	0/8	5.08
» ключ		1.35	» ключ		5.21
Патрино, ключ	7/45	0.31	Георгиевское, ключ	0/15	6.66
» река		2.02	» река		5.48
Сивачи, речка	13/53	1.21	Ключи, ключ	5/22	4.81
» Уров		2.10	» Уров		2.30
Аланири, река	6/53	1.73	Талакан, ключ	1/12	3.95
Богдать, речка	37/69	2.35	Зерен, речка	5/38	4.28
» ключ		3.04	» колодцы		5.12
» Урюмкан		1.80	» Урюмкан		2.83
Крюково, Урюмкан	33/73	1.70	Горбуново, Урюмкан	7/59	1.71
» ключ		2.55	» ключи		7.42
Логье, речка	15/56	1.57	Тайна, речка	2/7	4.23
Коровино, река	2/58	1.62	Шелопугино, ключ	2/16	4.07
» протока		2.07	» ключ		7.13
Туров, река	2/48	1.07	Деревцово, река	Здоров	3.01
» ключ		4.59	» ключ		4.75
» ключ		5.51			
Бутомара, река	11/50	1.00	Кадая, ключ	0/5	5.07
Среднее	20/55	2.1	Среднее	2.6/20	4.63

[1] Отношение чисел в графе означает: отношение % II + III степени пораженности к % общей пораженности. В дальнейшем для краткости мы будем писать % поражения II + III/общее».

(Ca 5.21 ·10⁻³%) и отчасти рекой Б. Зерентуй (Ca 5.08 ·10⁻³%). «Здоровое» село Георгиевское питается в основном из ключа с высоким содержанием кальция (Ca 6.66 ·10⁻³%). Село Патрино питается тоже из ключа, но содержание в нем кальция чрезвычайно низкое (0.31 ·10⁻³%); Патрино лежит всего в 15 км от Георгиевского, но считается одним из наиболее пораженных болезнью Бека. Села «Ключи Уровские» и Сивачи расположены всего в 2—3 км одно от другого, но «больное» село Сивачи питается водой из речки Сивачи (Ca 1.21 ·10⁻³%) и из Урова (Ca 2.10 ·10⁻³%), тогда как «Ключи Уровские» берут воду главным образом из «каптажа», содержащую значительно больше кальция (Ca 4.81 ·10⁻³%). Табл. 1 дает еще целый ряд аналогичных примеров.

Если обратиться к селам, в которых процент пораженности средний, то в питающих его водах мы не найдем ни исключительно низких, ни высоких содержаний кальция.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Таким образом, наличие корреляции между низким содержанием кальция в питьевых водах и распространением болезни Кашин-Бека можно считать установленным. Тем самым гипотеза о роли недостаточности кальция в этиологии этой болезни приобретает особое значение.

IV. ЗАКОНОМЕРНОСТЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОД, БОГАТЫХ Ca

Распространение вод, богатых кальцием, не является случайным. Оно связано с залеганием пород, богатых относительно легко растворимыми кальциевыми минералами. В данном районе такими породами являются нерчинские известняки и мрамор; они подстилают почвы района на площади, составляющей не более 0.1 всей обследованной площади: но везде, где мы встречаем значительные поля известняков, мы встречаем и богатые кальцием воды и «здоровые» села. Такие поля известняков расположены (см. приложение 1) у сел Деревцово и Тонтой на Куренге, Шелопугино и Горинское на Унде, Ямкун, Павловское и Тайна на Газимуре, Зерен и Палимское на Урюмкане, Ключи и Талакан на Урове, Георгиевское, Нерчинский завод и Верхне-Борзинское на притоках Нижней Борзи, Кадая на Средней Борзе и ряд других выходов за пределами обследованного района. Все названные села считаются «здоровыми»— см. статистические данные в приложении 2.

V. АКТИВНОСТЬ ВОДОРОДНЫХ ИОНОВ (pH) В ВОДАХ РАЙОНА УРОВСКОЙ ЭНДЕМИИ

В исследованных нами водах производилось определение активности водородных ионов (pH) (в момент взятия пробы). Эти данные приведены в табл. 2. Определения производились калориметрически путем сравнения со шкалой стандартов — по Кларку. Как обычно, поверхностные воды — реки, речки, ручьи, подверженные влиянию аэрации и процессов фотосинтеза зеленых растений, дали более высокие значения pH или более щелочную реакцию. Воды ключей оказались в среднем более кислыми. Строгой корреляции между pH вод и пораженностью сел болезнью Бека не найдено. Можно лишь сказать, что в «больных» селах, как правило, воды ключей имеют pH ниже 7.0, а воды речек имеют pH ниже 7.8.

Однако, если взять только ключи наиболее пораженных сел — Догье, Богдать, Патрино, Дучары, то все они дают низкие значения pH: 6.2—6.8. Воды с низким pH легче растворяют кальциевые минералы, чем воды щелочные; казалось бы, что в этих водах следует ожидать повышенное содержание кальция. В действительности же в Догье, Дучарах, Патрине, Богдати мы находим наиболее низкие значения Ca в водах. Этот факт указывает на исключительную бедность кальцием почв и пород вокруг «больных» сел, по крайней мере, кальцием, легко растворимым. Напомним, что работами БИОГЕЛ 1937 г. установлено пониженное содержание кальция в нескольких образцах сена из «больных» районов.

VI. ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ ПОРАЖЕННОСТЬЮ МЕСТНОСТИ И СОСТАВОМ ВОД

1. Как среди населения района эндемии, так и среди исследователей часто встречается мнение, что воды рек района — воды «больные», а воды ключей — «здоровые». В табл. 3 и 4 приведены ключи, питающие «больные» села, и реки, питающие села вполне «здоровые». Первые все бедны каль-

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Таблица 2

Сводка значений pH в водах района уровской эндемии

Место взятия пробы	pH	% пораж. II + III/общее	Ca × 10^{-1} %
1	2	3	4
I. Ключи и колодцы			
Догье, нижний колодец	6.7	15/56	4.34
Туров, колодец в СВ конце села	6.65	?/48	5.51
Дучары, ключ под кладбищем, Ю	6.2	12/56	1.48
» » » » С	6.2	12/56	1.35
» » » брекчией, С	6.3	12/56	0.78
» » » » Ю	6.4	12/56	0.87
» каптаж	6.9	12/56	1.46
Красноярово-Боранское, ключ на улице	6.8	9/44	1.31
Патрино, ключ «под часовней»	6.8	?/45	0.30
» ключ на восток от села	6.35	?/45	2.69
» каптаж	7.2	?/45	5.02
Богдать, ключ «активный»	6.6	37/69	3.04
Корабль, старый колодец	7.2	7/22	5.41
Павловское, ключ в селе	7.0	2/14	4.08
Шелопугино, ключ у дороги на Егье	7.4	?/16	4.07
Горинское, ключ	7.3	Здоров.	7.13
» ключ северный	7.55	»	4.87
Тайна, ключ у моста	6.85	2/7	5.45
» ключ у дол. Ильдикана	7.3	2/7	5.03
Шадерон, ключ против церкви	7.4	7/24	4.91
Малый Тонтой, ключ у мельницы	7.3	Здоров.	—
» » ключ у д. Чугуевского	7.3	»	7.05
Быстрая (деревня), ключ	7.0	0/54	7.58
Яковлевское, ключ	7.2	5/36	4.64
Георгиевское, ключ	7.3	0/13	6.66
Малышево, ключ	7.0	7/35	4.98
» колодец	6.7	7/35	5.42
Банщиково, каптаж	7.3	?/27	5.49
Глинянка, ключ	7.4	?/45	3.77
Егье, ключ	7.7	Больн.?	4.78
Журавлево, ключ «под тропцей»	7.6	15/36	4.38
Падь Мал. Ветошная, ключ у заимки	7.25	? больн	3.57
Козулино, каптаж	7.6	10/35	3.57
Поперечный Зерентуй, ключ	7.6	?/48	3.75
Лежанкино, ключ за рекой	7.6	21/50	1.74
Грязная, ключ «под крестом»	7.45	8/41	3.19
Галузино, ключ	7.6	10/45	2.81
Солнечный, ключ	7.35	?/25	4.01
Верхний Ильдикан, ключ Раздобреева	7.5	19/53	4.54
» » ключ севернее его	7.5	19/53	4.76
» » » самый северный	7.55	19/53	5.35
» » » под столбом	7.0	19/53	7.38
Прииск Ильдиканский, ключ у реки	6.7	0/26	3.7
Среднее	7.36	14/41	4.3
II. Реки			
Буня	7.6	15/56	1.57
Унда, протока в Коровино	7.6	?/58	2.07
Талангуй, в Журавлево	7.5	15/36	1.54
Малый Ильдикан в Журавлево	7.6	15/36	2.28
Ручей в пади Прямой, у Верхн. Ильдикана	6.8	19/53	3.69

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Продолжение табл. 2

Место взятия пробы	pH	% поражен. II+III/общее	Ca × 10⁻² %
1	3	5	4
Ильдикан у Верхн. Ильдикана	7.5	19/53	2.47
» у Средн. Ильдикана	7.8	16/41	2.44
Туров в с. Туров	7.3	?/18	1.07
Уров у Половинки	7.6	Больн.?	1.79
Калукша в Дучарах	6.75	12/56	0.99
Сосновка »	7.5	12/56	0.81
Гомужан в Красноярово-Борзинском	7.4	9/44	2.32
Урюмкан в Богдати	7.6	37/69	1.8
Мулька »	7.75	37/69	2.78
Богдатка »	7.7	37/69	2.35
Солончиха	7.6	?/25	2.01
Унда в Кавыкучах	7.4	?/40	1.23
» в Малышеве	7.1	?/35	1.51
» в Коровине	7.7	?/58	1.62
Урундай в Малышеве	7.55	?/35	1.18
Куренга в Деревцове	8.0	Здоров	—
Куренга в Б Тонтое	7.9	»	3.27
Шадорон	8.0	7/24	1.41
Ильдикан в Нижнем Ильдикане	8.2	7/18	2.41
Егье в Глинянке	8.0	Больн.?	2.10
Газимур, протока в газ. заводе	7.4	0.4/2.5	1.87
Газимур у Игдочи	7.6	2/10	1.7
» у Трубачево	7.7	1/14	1.48
Тайна в с. Тайна	7.4	2/7	4.23
Ильдикан на шоссе у газ. завода	7.8	0.4/2.5	2.45
Кулинда в Павловском	7.2	2/14	0.98
Среднее	7.57	13/38	2.05

цием, вторые — богаты. Наряду с этим имеем большое число «больных» сел, питающихся из рек с пониженным содержанием кальция, и «здоровых» сел, пользующихся жесткой водой ключей. Значит, развитие уровской болезни не может быть непосредственно связано с питанием подземной или поверхностной водой; важны не условия циркуляции воды, а ее состав.

2. В нескольких случаях корреляция между содержанием кальция в питьевых водах и пораженностью сел нарушена. Все эти случаи сведены в табл. 5 и заслуживают особого рассмотрения.

В первой группе стоят «здоровые» села, питающиеся водами, бедными кальцием. Из них самое крупное — Газимурский завод — районный центр: он населен в значительной мере людьми, не связанными с сельским хозяйством и живущими в иных условиях работы и питания, чем население прочих мест. Имеются указания (см. ниже) на повышенное содержание кальция в воде протоки р. Газимур в зимнее время.

Село Игдоча, кроме р. Газимур, питается водой и из речки Игдочи, анализа которой не удалось сделать, так как в конце лета речка почти пересохла.

Село Трубачево частично, хотя и в малой мере, питается водой из речки Широкой, относительно богатой кальцием.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Таблица 3

Воды ключей в «больных» селах

Место взятия пробы	Ca × 10^{-3}	% пораж. II+III/общее
Патрино, ключ «под часовней»	0.3	2/45
» (река)	(2.0)	
Лучары, ключ «под кладбищем»	1.4	12/56
» ключ «под брекчией»	0.8	
» капаж	1.5	
» (река)	(1.0)	
Нежанькино, ключ	1.7	24/50
» (река)	(1.6)	
Плюснино, ключ	1.8	35/65
» (река)	(1.6)	
Крюково, ключ в центре	2.5	33/73
» (река)	(1.7)	
Галузино, ключ	2.8	10/45
» (река)	(1.5)	

Таблица 4

Воды рек в «здоровых» селах

Место взятия пробы	% пораж. II+III/общее	Ca×10^{-3} %
Михайловское, р. Борзя	0/10	4.06
» речка	0/10	7.46
Георгиевское, р. Иля	0/13	5.48
Верхне-Борзинское, р. Б Зерентуй	0/8	5.08
Тайна, р. Тайна	2/7	4.23
Большой Тонтой, р. Челдон	Здоров	6.75
Деревцово, р. Куренга	»	3.01
Купреково, р. Сенкокуча	»	4.56

Село Верхнилино по роду занятий жителей отличается от других сел — в нем развиты охота и рыболовство и мало посевов.

Ко второй группе «противоречий» относятся «больные» села, питающиеся относительно богатыми кальцием водами.

Село Мороп — наиболее яркий пример «больного» села — в настоящее время не существует, и собрать достоверные сведения о его бывшем водопользовании не удалось; речка Корен и ключ за западной околицей села оказались богатыми кальцием, но те многочисленные ключики и колодцы, которыми якобы питалось село прежде, сейчас неотличимы от дождевых луж.

Село Верхний Ильдикан питается главным образом из речки, не богатой кальцием; ключи правого склона долины мало использованы.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Таблица

Случаи отсутствия корреляции между пораженностью сел и составом вод

Село и источник	% поражен. II+I.I/общее	$Ca \times 10^{-3}$ %
«Здоровые»		
Газимурский завод, р. Газимур	0.4/2.5	1.4—2.5
Нгдоча, р. Газимур	2/10	1.7
Трубачево, р. Газимур	2/14	1.5
» р. Широкан	2/14	3.04
Верхилино, р. Урюмкан	2/9	1.7
» р. Юхта	2/9	2.1
«Больные»		
Мороп, речка	44/80	3.7
» ключ	44/80	5.9
Верхн. Ильдикан, речка	19/53	2.5
» » ключи	19/53	5.0
Падь Мал. Ветошная, ключ	Больн. ?	3.6
Потоскуй, ключ	19/50	4.1
Хаюмкан, ключи	7/46	4.6

Ключ в пади Малой Ветошной, на который указывал Уровский институт как на возможную причину заболевания одной семьи переселенцев из с. Деревцово, оказался жестким, хотя и менее, чем все воды вокруг Деревцова. Однако точного диагноза заболеваний этой семьи нет.

Село Потоскуй пользуется водой из реки не в меньшей степени, чем из ключа, богатого кальцием. Вода реки в Потоскуе не анализирована, но ниже по течению в с. Байка в ней определено всего лишь $2.8 \cdot 10^{-3}$% Ca.

Селение Хаюмкан в настоящее время питается водой из небольших ключей, вытекающих из-под мраморной гряды и содержащих много кальция. Однако в период обследования заболеваемости (1930 г.) село питалось из речки, впоследствии (1932 г.) отведенной каналом на золотопромывку. Речка Хаюмкан течет из района, не имеющего выходов известняков, она, вероятно, бедна кальцием. Интересно отметить, что в настоящее время среди детей больных нет. В этом селе следует провести новое медицинское обследование.

Таким образом, все девять разобранных «сомнительных» случаев могут быть в какой-то мере оспариваемы. Нужно подчеркнуть, что таких случаев найдено только девять из обследованных 64 селений.

VII. О ЗИМНЕМ ВОДОПОЛЬЗОВАНИИ

Район эндемии находится в области вечной мерзлоты; в течение почти полугода режим питания речек, ключей и колодцев значительно отличается от летнего. Все мелкие речки промерзают до дна. В глубоких местах, подо льдом, происходит сгущение растворов. Большие реки (Газимур, Урюмкан) мелеют, но продолжают течь. Из ключей многие иссякают, другие образуют мощные наледи, «кочуют».

Население широко пользуется зимой вместо воды льдом. Состав этого льда может быть очень различен: верхние слои речного льда, вероятно,

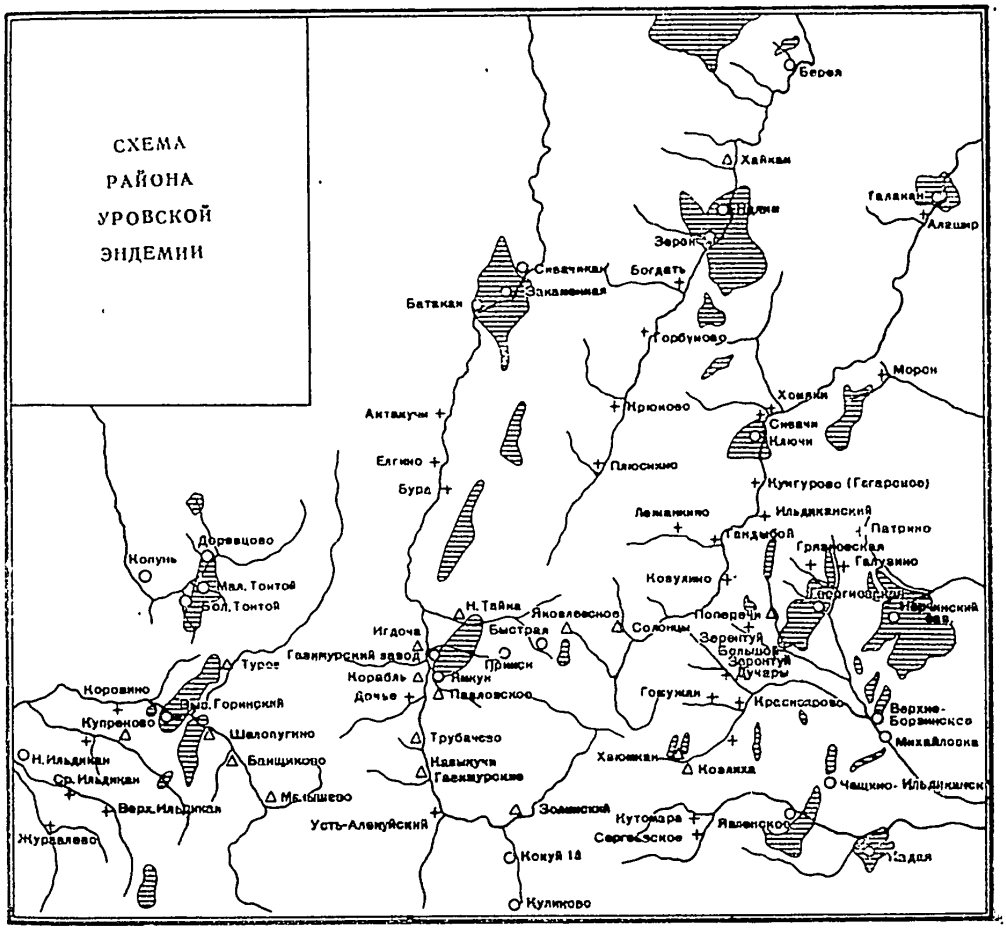
Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

очень бедны солями, тогда как наледи ключей содержат почти все соли, выносимые их водой. Данных о составе льда ключей очень мало — всего несколько анализов, произведенных лабораторией Дальневосточного университета. Они показывают близкое содержание Ca в воде и во льду.

Лабораторией Уровского института была начата весьма важная работа по исследованию зимнего состава рек и ключей. К сожалению, она не закончена; результаты (см. приложение 2) говорят о значительных изменениях содержания кальция в сторону повышения в зимнее время — особенно для рек Газимур и Тайна. Такой размах колебаний состава воды (в 10 раз) в реках обычно не наблюдается; методика работы, к сожалению, нам не известна — поэтому цифры требуют проверки.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1



\+ села, сильно пораженные болезнью, «больные»: II + III больше 5%;
Δ села, мало пораженные болезнью, и больные II + III от 1 до 5%;
О села, не пораженные болезнью, «здоровые»: II + III меньше 1%;
⊖ известняки

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Результаты анализов на содержание Ca вод в районе уровской эндемии

В последней графе «Автор» цифры обозначают:
1 — анализы произведены Палеем на месте взятия проб.
2 — пробы отобраны Флоренским и анализированы в Биогеохимической лаборатории в Москве.
3 — анализы произведены сотрудниками Уровского института (Нейман и др.), приводится по неопубликованным архивным материалам Уровского института.
4 — анализы произведены в Гос. Дальневосточном университете; приводится по архивным материалам Уровского института.
5 — анализ проб, отобранных Толстихиным, произведен в лаборатории Геологического комитета; приводится по архивным материалам Уровского института.
6 — анализы неизвестных авторов; приводится по архивным материалам Уровского института.

Место взятия пробы	% II+III степени поражаемости у взрослых	% общей поражаемости	Дата взятия пробы	Содержание Ca в мг/100 г (10—3%)	Автор
Бассейн р. Унды и Талангуя					
С. Журавлево, р. Талангуй	15	35.7		1.54	1
Рч. Малый Ильдикан	—	—	1/VIII 1938	2.28	1
Ключ «под тропой» к СВ от села	—	—		4.38	1
Р. Талангуй	—	—		2.47	3
Р. Малый Ильдикан	—	—	22/X 1936?	4.43	3
Ключ к СЗ от села	—	—		5.07	3
С. Верхний Ильдикан, р. Ильдикан	19	52.7	4/VIII 1938	2.47	1
Ключ Раздобреева	—	—		4.54	1
Ключ севернее ключа Раздобреева	—	—		4.76	1
Ключ самый северный	—	—	4/VIII 1938	5.35	1
Ключ под каменными столбами	—	—		7.38	1
Ручей в пади Прямой	—	—		3.69	1
Болото в 0.5 км на восток	—	—		7.65	3
Ключ в 0.25 км на запад (Раздобреева?)	—	—	22/X 1936?	4.79	3
Р. Ильдикан	—	—		4.19	3
С. Средний Ильдикан					
Р. Ильдикан	16	40.6	3/VIII 1938	2.44	1
Р. Ильдикан	—	—	22/X 1936?	4.43	3
С. Нижний Ильдикан					
Р. Ильдикан	?	18		2.41	1
Р. Талангуй	—	—	1/VIII 1938	1.54	1
Ручей в центре села	—	—		6.23	1
С. Верхнее Егье, ключ не обсл.	—	—	5/VIII 1938	4.78	1
Р. Егье (проба в Глинянке)	—	—	31/VII 1938	2.10	1
С. Глинянка, ключ в центре	?	45.2	31/VII 1938	3.77	1
Р. Егье	—	—		2.10	1
Р. Неча (?)	—	—	1932?	2.79	3
«Родник»	—	—		6.43	3
С. Шадорон, р. Шадорон	?	23.9		4.41	1
Ключ за рекой, против церкви	—	—	31/VII 1938	4.91	1
Ключ в 1 км на восток	—	—		3.86	1
Р. Шадорон	—	—	? 1936	5.50	3
Ключ	—	—		5.50	3

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Место взятия пробы	% II + III степени поражаемости у взрослых	% общей поражаемости	Дата взятия пробы	Содержание Ca в мг/л (10—20%)	Автор
Горшино, малая протока р. Унды	?	58.4		2.07	1
Большая протока р. Унды	—	—	31/VII 1938	1.62	1
Ключ на ЮВ конце	—			3.78	1
Ключ рядом, более сильный	—	—	31/VII 1938	3.70	1
Малая протока	—	—	6/X 1937	2.11	3
»	—	—	26/VII 1935	2.57	3
»	—	—	24/X 1936	1.0	3
»	—	—	X—XII 1936	2.30	3
»	—	—	Без даты	1.64	3
Р. Унда, большая протока	—	—	16/XII 1936	6.65	3
» » »	—	—	19/II 1936	3.29	3
» » »	—	—	12/IV 1937	15.72	3
» » »	—	—	6/X 1937	1.57	3
» » »	—	—	26/VII 1935	2.50	3
» » »	—	—	31/VII 1935	2.22	3
» » »	—	—	Без даты	1.43	3
» » »	—	—	VIII 1932	2.79	3
» » »	—	—		1.36	3
» » »	—	—	24/X 1935	1.57	2
» » »	—	—	2/IX 1937	1.34	2
» » »	—	—	2/IX 1937	1.45	2
Малая протока	—	—	26/X 1936	4.79	3
Ключ «Молочный» в 3 км на В от села	—	—	16/XII 1936	5.43	3
То же	—	—	VIII 1932	9.29	3
Родник	—	—		5.72	3
Колодец	—	—	26/VII 1935	4.29	3
Ключ в доме Баженова	—	—			
С. Куприково, р. Сенькокуча	?	Здоров.	31/VII 1938	4.56	1
С. Шелопугино, ключ у дороги на с. Егье	?	16.2	30/VII 1938	4.07	1
Ручей в пади к СЗ от села	—	—		3.7	1
(выс. Горинский) ключ на выселке, южный	—	—	30/VII 1938	7.13	1
(выс. Горинский) ключ на выселке, северный	—	—		4.87	1
Р. Унда против выселка	—	—	31/VII 1936	2.21	3
Родник	—	—	VIII (?) 1932	5.57	3
Р. Унда выше поселка	—	—	2/IX 1937	1.27	2
С. Туров, р. Туров	?	4.1	6/VIII 1938	1.07	1
Колодец в СВ конце	—	—		5.51	1
Ручей в ЮЗ конце	—	—		4.59	1
Р. Туров	—	—	12/IV 1935	1.69	3
Ключ у клуба (ручей ЮЗ?)	—	—		16.86	1
Р. Туров	—	—	6/IX 1937	0.85	2
С. Ванциково, ключ южный	?	26.9	30/VII 1938	6.3	1
Ключ «Каштан»	—	—		5.49	1
Р. Унда (проба в Малышеве)	—	—		1.51	1
Родник	—	—	1932	8.38	3
С. Малышево, р. Унда	?	34.7	30/VII 1938	1.51	1
Колодец	—	—		5.42	1
Ключ	—	—		4.98	1
Р. Урундай	—	—		1.18	1
Р. Урундай	—	—	1932	2.79	3
Р. Унда	—	—		1.36	3
Родник	—	—		7.43	3

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Место взятия пробы	% II+III степени поражённости у взрослых	% общей поражённости	Дата взятия пробы	Содержание Ca в мг/100 г (10—4%)	Автор
С. Кавыкучи, Индинское, р. Упда	?	10.0	29/VII 1938	1.23	1
В 3 км от села, р. Кавыкуча	—	—		1 21	1
Верховья р. Кавыкучи					
Р. Прямая Поперечная, у шоссе	—	—		1.31	1
Р. Безымянная, у Половинки, у шоссе	—	—	29/VII 1938	1 78	1
Р. Безымянная, у шоссе под перевалом	—	—		1 15	1
Бассейн р. Куренги					
С. Копунь (р. Куренга)	?	Здоров.	1932	9 29	3
С. Большой Тонтой, р. Челдон (Тонтой)	?	»		6 75	1
Новый колодец	—	—	8/VIII 1938	7.49	1
Старый »	—	—		9.41	1
Р. Челдон	—	—	5/IX 1937	6 07	2
Р. Куренга у моста	—	—	5/IX 1937	3 01	2
С. Малый Тонтой, р. Чингар	?	Здоров.		3.27	1
Ключ у дома Чугуевского	—	—	8/VIII 1938	7.05	1
Ручей в пади у фермы	—	—		6 05	1
С. Деревцово, ключ из штольни	?	Здоров.	8/VIII 1938	4 75	1
Колодец у Модокачи	—	—		4.75	1
Р. Удычикан	—	—		3.09	1
Ключ в пади В. Ветошной	«Больная» заимка?	—	7/VIII 1938	3 78	1
Падь Ветошная Малая, ключ у заимки	—	—		3 57	1
Ключ	—	—	11/IV 1935	5.03	3
»	—	—	1/X 1936	4.64	3
Р. Куренга у Выселок	—	—		8.89	3
Ключ с северной стороны	—	—	11/IV 1935	6 97	3
Ключ	—	—		4 22	3
Р. Куренга	—	—	? 1936	5.72	3
Ключ у кузницы	—	—		5 90	3
Бассейн р. Газимур					
С. Быстрое, рч. Быстрая	0	53 8		6 55	1
Колодец у приска	—	—	18/VIII 1938	8 18	1
Ключ под деревней	—	—		7 58	1
Приск Яковлевка, ключ у речки	5	35 5	18/VIII 1938	6 64	1
С. Нижн. Тайна, р. Тайна	2	7.0		4 23	1
Ключ у большого моста	—	—		5 45	1
Колодец Рязанова	—	—		4 25	1
Ключ на покосах, в дол. р. Ильдикан	—	—	26/VII 1938	5 03	1
Р. Ильдикан, у шоссе	—	—		2 45	1
Ключ в долине р. Ильдикан, верх	—	—		4 33	1
Р. Тайна	—	—	5/I 1937	12 43	3
» »	—	—	3/III 1937	14.08	3
» »	—	—	5/IV 1937	15 72	3
» »	—	—	17/V 1937	3 29	3
» »	—	—	12/XI 1936	8.83	3
Рч. Урюмканская, в 10 км выше Тайны	—	—	13/IX 1938	3 04	1

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Место взятия пробы	% II+III степени поражаемости у взрослых	% общей поражаемости	Дата взятия пробы	Содержание Ca в мг/100 г (10—%)	Автор
Прииск Ильдиканский, ключ у речки . .	0	2 6	26/VII 1938	3 7	1
С. Игдоча, р. Газимур	2	10 1	28/VII 1938	1.7	1
С. Павловское (Поселье), ключ в южн. конце	2	14 5	28/VII 1938	4.08	1
				0 98	1
Р. Кулинда	—	—	1936 (?)	1 14	3
Газимурский Завод, р. Газимур, малая протока	0 4	2 5	26/VII 1938	1 87	1
То же, после дождей	—	—	13/VIII 1938	1 45	1
То же, очень низкий уровень . .	—	—	14/IX 1938	2.3	1
Малая протока	—	—	15/II 1936	27 3	3
» » . .	—	—	9/III 1936	46 1	3
» » .	—	-	30/II 1936	3 97	3
» » .	—	—	17/V 1937	4 79	3
» »	—	-	4/VII 1936	2 50	3
» » .		—	1/X 1936	2 72	3
» » . . .	—	—	3/XI 1936	7 88	3
» » . .	—	—	29/XI 1936	17 11	3
» » . .	—	—	19/XII 1936	10 65	3
» »	—	—	22/VIII 1936	2 79	3
Большая протока, верх. конец . . .	—	—	8/VIII 1937	2 45	2
Большая протока	—	—	30/II 1936	3.43	3
» »	—		2/III 1937	2.29	3
» » .	—	—	17/V 1937	2.0	3
» »	—	—	22/VIII 1936	2.79	3
» » . .	—	—	1/IX 1936 (?)	9 6	3
» »	—	—	23/XI 1936	2 07	3
» » . . .		—	3/XI 1936	2 32	3
» »	—		20/XI 1936	2 36	3
Р. Газимур	-		1932	2.79	3
Колодец	—	—		26.94	3
Ямкун-курорт, «Каптаж» пресный . . .	?	Здоров.	16/VIII 1938	6.61	1
»	—	—	6/I 1937	7 93	3
»	—	—	14/II 1936	8 9	3
»	-	—	9/III 1936	11.36	3
» .	—	—	31/V 1937	7 29	3
» .		—	28/VI 1936	7 86	3
» .	-	—	17/VII 1937	8.65	3
»	-	—	2/IX 1936	7 22	3
	—		1/X 1936	7 97	3
» .	—	—	3/XI 1936	7.43	3
»		—	12/XI 1936	7.65	3
»	—	—	20/XI 1936	8 22	3
»	—	-	3/XII 1936	8.43	3
»	—	—	18/XII 1936	7.36	3
«Озеро», минеральная вода		—	X/1927	20.14	4
» » » .	—	—	1928	19.39	5
» » »	—	—	14/II 1936	21.08	3
С. Корабль, новый колодец	?	22	23/VII 1938	5 32	1
Старый колодец . . .	—	—		5.41	1
Ключ «Корабль»	—	—	22/VIII 1936	7.29	3
			23/XI 1936	6.29	3
С. Догье, р. Буня . . .	15	56 4	23/VII 1938	1 57	1
Колодец верхний . .	—	—		4 1	1
» нижний .	—	—		4 34	1
Р. Буня	—	—	19/VI 1936	1.74	2

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Место взятия пробы	% II+III степени пораженности у взрослых	% общей пораженности	Дата взятия пробы	Содержание Ca в мг/100 г (10 - ?%)	Автор
Верхний колодец	—	—	20/VI 1936	4.74	2
Колодец у церкви	—	—	1/VII 1937	5.36	2
Р. Буни	—	—	5/I 1937	6.79	3
» »	—	—	30/I 1937	6.65	3
» »	—	—	7/IV 1937	7.57	3
» »	—	—	17/V 1937	1.86	3
» »	—	—	9/VI 1937	2.61	3
» »	—	—	22/VIII 1936	2.57	3
» »	—	—	1/IX 1936	1.43	3
» »	—	—	23/IX 1936	2.72	3
» »	—	—	11/XI 1936	3.10	3
» »	—		19/XI 1936	7.93	3
Кантаж	—		8/I 1937	7.22	3
»	—	—	7/IV 1937	5.5	3
»	—	—	7/V 1937	6.22	3
»	—	—	22/VI 1937	7.07	3
»	—	—	XII 1935	5.06	3
Колодец у церкви	—	—	7/IV 1937	5.5	3
» » »	—	—	17/V 1937	6.22	3
Р. Грязная в 4 км от села	—	—	22/VIII 1936	3.29	3
» » » » » »	—	—	23/IX 1936	3.22	3
Р. Буни у села	—	—	1/VII 1937 (?)	0.177	2
С. Трубачево, р. Газимур	2	14.1	28/VII 1938	1.48	1
Р. Широкая в Трубачеве	—	—	1/VII 1937	1.91 3.04	2 2
Р. Широкая, на тракте за с. Кавыкучи-Газимурские	2.5	20	29/VII 1938	2.99	1
С. Усть-Ленуй, р. Газимур	10	34.5	17/VIII 1935	2.53	2
Пос. Золинский, р. Зола	?	68.0	4/VII 1937	1.99	2
Ключ Масюков	—	—	4/VII 1937	5.17	2
Р. Зола	—	—	18/I 1937	3.36	3
» »	—	—	30/VI 1936	1.56	3
» »	—	—	3/VII 1937	2.50	3
» »	—	—	1/XII 1936	5.14	3
Водоразбор: р. Зола, малая протока	—	—	10/VII 1935	1.57	3
Ключ в 1.5 км к С	—	—		6.02	3
Ключ у мол. фермы 4 км к С от деревни	—	—	14/VII 1935 (?)	5.03	3
Водоразбор: ключ в болоте, к С от деревни	—	—	18/I 1937	9.65	3
То же	—	—	6/IV 1937	5.79	3
» »	—	—	14/VII 1935	6.02	3
» »	—	—	3/VII 1937	7.00	3
» »	—	—	1/XII 1936	3.22	3
Приток р.	—	—	30/VI 1936	5.0	3
С. Краснозол, р. Зола	?	63.5	12/VII 1937	3.58	2
» » »	—	—	30/VI 1935	4.76	3
С. Карабзол, р. Зола	?	64.0	12/VII 1935	2.46	3
Ключ на выселках	—	—		5.45	3
Падь Екачча, верховья р. Золы	—	—	20/VI 1935	1.32	2
С. Кокуй 1-й, р. Газимур	0.5	6.9	5/VII 1937	1.87	2

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Место взятия пробы	% II + III степени поражаемости у взрослых	% общей поражаемости	Дата взятия пробы	Содержание Ca в мг/100 г (10 ± 3%)	Автор
С. Куликово } ключ между ними . . . *С. Кузнецово* }	0.6 2	9.8 9 5	5/VII 1937	5.7	2
С. Саранча, выше Саранча, в 10 км ниже	?	Здоров.	24/VII 1935	2 61	2
Бассейн р. Урюмкан					
Верховья р. Кулинда . . .	—	—	12/IX 1938	1 83	1
р. Бура	—	—		2.82	1
С. Новенино, ключ у дороги .	35	64 9		1.78	1
р. Берея	—	—	12/IX 1938	1.64	1
р. Жунгали		—		1 60	1
С. Крюково, ключ в центре . .	33	73 4	12/IX 1938	2 55	1
Р. Урюмкан	—	—		1 7	1
Р. Гарожигуй	—	—		1.93	1
Р. Таяна	—	—	11/IX 1938	2 52	1
Р. Ининты	—	—		1 67	1
С. Горбуново, ключ за постоялой . . .	7	58.8 (?) по Шипачеву 6.5	10/IX 1938	7 42	1
Р. Урюмкан	—	—		1.71	1
» »	—	—	1937	3.36	3
Водоток выше в селе	—	—		6 59	1
Колодец на выселье	—	—	10/IX 1938	7.53	1
Ключ на пустыре	—	—		7.11	1
Выше, лев. приток Урюмкана, в 2 км выше села	—	—	11/IX 1938	2.88	1
Ключ в середине села	—	—	1937 (?)	10.22	3
Р. Кутеши	—	—	10/IX 1938	2.49	1
Р. Сивачи	—	—		3 22	1
С. Богдать, протока «Мулька»	37	69.2	4/IX 1938	2 78	1
Р. Урюмкан	—	—		1.80	1
» »	—	—	1937 (?)	4.0	3
Р. Богдатка	—	—	4/IX 1938	2 35	1
» »	—	—	1937 (?)	3.14	3
Ключ «активный»	—	—	4/IX 1938	3.04	1
» »	—	—	1937	3 79	3
Р. Поленто	—	—	7/IX 1938	3.79	1
С. Зерея, р. Зерея, восточная протока . .	5	38 3	7/IX 1938	4.28	1
Колодец восточный	—	—		5.57	1
» в ЮВ части	—	—		4.77	1
» у кузницы	—	—	9/IX 1938	5.38	1
» в центре	—	—		4.77	1
Зерея, западная протока . . .	—	—	7/IX 1938	3 97	1
Р. Урюмкан	—	—		2 83	1
С. Налимское, р. Сенкокуча	?	?	7/IX 1938	1.66	1
Колодец № 1	—	—		3.59	1
» № 2	—	—		1.64	1
» № 3	—	—		1.83	1

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Место взятия пробы	% II + III степени пораженности у взрослых	% общей пораженности	Дата взятия пробы	Содержание Ca в мг/100 г (16—%)	Автор
С. Берея, р. Берея	3	23.3	7/IX 1938	1.67	1
Р. Аркия	—	—		1.68	1
Р. Покой	—	—		1.61	1
Р. Верхн. Кудукан	—	—	6/IX 1938	1.60	1
Р. Нижн. Кудукан	—	—		1.07	1
Р. Безымянная, лев. приток Урюмкана	—	—	6/IX 1938	2 03	1
С. Верхнелино, р. Юхта	2	8 8	6/IX 1938	2 1	1
Р. Урюмкан	—	—		1.66	1
Р. Урюмкан	—	—	1937?	2.72	3
Бассейн р. Уров					
Верховья: Уров в истоках	—	—	X/1924	1 68	6
Уров в верховьях	—	—	1928	2 74	4
Р. Листвинка	—	—	19/VIII 1938	2.84	1
Р. Таловка	—	—		2.19	1
Пос. Солончный, ключ	9	25 4	19/VIII 1938	4 01	1
Р. Солончная	—	—		2.04	1
Ручей в пади Солончной	—	—	1937	2.37	2
То же	—		1/VIII 1935	2.34	2
Р. Солончная, колодец у рудника	—		9/IX 1936	1.36	2
В 1 км от рудника ключ на лев. бер. р. Солончной	—	—		0.57	3
Ключ на прав. бер. р. Солончной		—	29/IX 1936 (?)	6.86	3
				2 86	3
Ключ Питьевой из базальтов	—	—	24/X	5 15	3
Ключ в 2 км к югу от рудника	—	—		1.57	3
Р. Уров		—	?	2.43	3
Ключ	—	—	?	7.15	3
«*Половинка*», р. Уров	—	—	19/VIII 1938	1.79	1
Падь Проходная, р. Уров выше «кислого» ключа	—	—	29/VI (?)	2 63	3
То же, «кислый» ключ	—	—	29/VI (?)	7.89	3
Р. Уров, ниже «кислого» ключа	—	—		3 67	3
С. Козулино, р. Уров	10 (22?)	35.1	31/VIII 1938	1.80	1
Каптаж	—	—	27/VIII 1938	3.57	1
Р. Уров	—	—	28/VI 1935	2.23	2
Козулинский ключ, в 1 км выше села	—	—	1937	4.42	2
Ключ в 1.5 км на восток	—	—	26/VI	6.0	3
С. Гандыбой, р. Гандыбой	29	56.7	29/VIII 1938	1 53	1
(Р. Уров)		—	(31/VIII 1938)	(1.80)	1
С. Лежанкино, р. Гандыбой	21	50.3	29/VIII 1938	1.57	1
Ключ за рекой	—	—		1.74	1
С. Гагарское, падь в восточном конце	18	43 1	31/VIII 1938	3.57	1
«Кунгурово», р. Уров в 2 км выше села	—	—	24/VI 1935 (?)	2.57	3
С. «Ключи Уровские», ключ «Каптаж»	5	21.5	1/IX 1938	4.81	1
» » » »	—	—	24/VI 1935	6.32	3
Р. Уров в 1 км выше	—	—		2.57	3

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Место взятия пробы	% II + III степени поражаемости у взрослых	% общей поражаемости	Дата взятия пробы	Содержание Ca в мг/100 г (10^{-2}%)	Автор
Ключ	—	—	21/VII 1932	24.8	6
»	—	—	IX 1932	3.86	6
Р. Уров, у села	—	—	24/VI 1935	2.23	2
» » в селе	—	—	14/VII 1937	2 30	2
Ключ у села «Ключи Уровские»	—	—	14/VII 1937	5 15	2
С. Сивачи, р. Сивачи	19	51.7	2/IX 1938	1.21	1
Р. Уров	—	—		2.10	1
Р. Уров	—	—	13/VII 1937	2.2	2
Р. Сивачи	—	—	13/VII 1937	1.21	2
Р. Уров	—	—	21/VII 1932	10.12	6
» »	—	—	IX 1932	1.54	6
» »	—	—	X 1924	2 25	6
С. Хомяки, р. Мотогор	13	52.0	2/IX 1938	1.47	1
» »	—	—	13/VII 1937	1.16	2
Прав. протока Мотогор, южн.	—	—	3/IX 1938	0.57	1
То же, северн.	—	—		0.51	1
С. Алашири, р. Алашири	16	53.3	16/VII 1937	1.73	2
С. Талакан, ключ на прав. бер. г. Урова	1	11.8	17/XII 1937	3.95	2
Р. Уров	—	—		1.89	2
Бассейн р. Средней Борзи					
С. Серегевка, р. Ср. Борзя, у мельницы	4	33.6	5/VIII 1937	0 79	2
С. Кутомара, «Зобатый Ключ»	11	50 2	1928	2.25	4
То же	—	—	1930	4.74	6
Р. Кутомара	—	—	6/VIII 1937	1.00	2
С. Яваленское, колодец «Поворот»	?	15 7	1930 (?)	7 14	6
С. Чупрово, р. Ильдикан	?	Больш.?	8/VIII	2.16	2
Ключ выше села	—	—	1937 (?)	4.18	2
С. Кадая, ключ против села	0	5 3	9/VIII 1937	5.07	2
Бассейн р. Нижней Борзи					
С. Хаюмкан, ручей из ключей	7	45 7	22/VIII 1938	4.55	1
Колодец под известк. печами	—	—	22/VIII 1938	6 21	1
Лед из каптирован. ключа	—	—	I 1928	5.03	4
С. Потоскуй, р. Ниж. Борзи ниже пади Шивия	19	50.5	2/VII 1937	3.31	2
Ключ Шивия «у сопки»	—	—		4.12	2
Ключ «Пчела»	—	—	(?) 1936	3.89	3
«Каптирован. колодец»	—	—	1930 (?)	3.95	6
Ручей	—	—		4.00	6
Буровая скважина	—	—	I 1928	2.20	4
С. Гомужан, р. Гомужан	15	68.0	22/VIII 1938	1.71	1
Каптаж за рекой	—	—		3.72	1

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Место взятия пробы	% II+III степени поражаемости у взрослых	% общей поражаемости	Дата взятия пробы	Содержание Ca в мг/100 г (10—%)	Автор
С. Красноярово-Борзинское					
Р. Гомуткан	9	44.3		2.32	1
Колодец у кузницы	—	—	22/VIII 1938	4.79	1
Ключ на улице	—	—		4.31	1
Каптаж в 3 км от села		—		4.40	1
Лед из каптиров. ключа	—	—	I/1928	2.80	4
С. Дучары, рч. в Выселках (Сосновка)	12	55.8	16/VIII 1937	0.69	2
Р. Калушка	—	—		0.99	1
Ключ в южной части села	—	—		1.48	1
Там же, ключ, сегерный выход	—	—		1.35	1
Р. Сосновка	—	—	20/VIII 1938	0 81	1
Ключ «под брекчией», сегери. выход	—	—		0 78	1
То же, южный выход	—	—		0 87	1
Каптаж за рекой	—	—		1 46	1
Ключ под кладбищем (в южной части села)		—	1930 (?)	1.73	6
Ключ под кладбищем	—	—	I/1928	2 83	4
Пр. Лопатиха, р. Лопатиха	?	Здоров	24/VIII 1938	5.37	1
Колодец у каптажа	—	—		5.39	1
С. Байка, р. Борзя	?	25 4	24/VIII 1938	2.84	1
С. Верхне-Борзинское					
Р. В. Зерентуй	0	8.4		5.08	1
Родник «Озерцо»	—	—	24/VIII 1938	4.60	1
Ключ дальний, в 0.5 км к С от села	—	—		5.21	1
С. Михайловское, речушка, лев. приток Борзи	0	10.1	10/VIII 1937	7.64	2
Р Борзя выше моста	—	—		4 06	2
Нерчинский завод, каптаж в восточной части	0	4.0	25/VIII 1938	7.15	1
«Главный водоем»	—	—	?	7.45	3
«Главный ключ»	—	—	?	8 45	3
Каптаж в середине поселка	—	—	XI 1935	8 29	3
То же	—	—	21/XII 1936	10.36	3
» »	—	—	20/V 1937	9.36	3
С. Большой Зерентуй, родник	6	48.9	1932	1.02	6
Ключ «каптаж» за речкой	—	—	1/V (1936?)	6.89	3
Ключ против школы	—	—		5 57	3
Ключ у амбулатории	—	—	1/V 1936	3.29	3
Колодец	—	—	4/VII 1932	13.0	6
С. Поперечный Зерентуй, ключ «под часовней»	?	48 4	27/VIII 1938	3.75	1
Р. Прямая	—	—		5.34	1
Ключ	—	—	4/VII (1932?)	1.48	6
»	—	—	24/IV (1936?)	3.00	3
С. Георгиевское, ключ	0	13 5	26/VIII 1938	6.66	1
» р. Иля			27/VIII 1938	5.48	1
С. Горный Зерентуй, родник	2	15 5		10.22	6
То же	—	—	1932 (?)	11.08	6
» »	—	—		8.36	6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Место взятия пробы	% II+III степени поражаемости у взрослых	% общей поражаемости	Дата взятия пробы	Содержание Ca в мг/100 г (10—20%)	Автор
С. Грязная, р. Грязная	8	41.0	26/VIII 1938	2.41	1
Ключ под крестом	—	—		3.19	1
С. Галузино, р. Горный Зерентуй	10	45 0	26/VIII 1938	1.47	1
Ключ	—	—		2.81	1
Р. Горный Зерентуй	—	—	3/VIII (1932?)	3.89	6
Р. Горный Зерентуй	—	—		2.79	5
Родник	—	—	1932	3.64	6
Родник	—	—		7.43	6
Малые притоки Аргуни					
С. Патрино, ключ «под часовней»	?	44.9		0.31	1
Колодец за речкой	—	—	26/VIII 1938	0.30	1
Р. Серебрянка	—	—		2.02	1
Ключ (колодец) на В от села	—	—		2.69	1
«Каптаж»	—	—	26/VIII 1938	5.02	1
Ручей в ЮВ конце (под каптажем)	—	—		5.28	1
Ключ каптирован. на лев. берегу	—	—	11/VII 1937	2.99	2
Ключ на прав. берегу (у часовни)	—	—		0.31	2
Родник	—	—	1932	2 79	6
Питаются 33 дома: Ключ заречный (часовня)	—	—	6/III (1937?)	0.64	3
» » »	—	—	25/IV (1935?)	0.60	3
» » »	—	—	5/IX (1936?)	2.14	3
» » »	—	—	23/IX (1935?)	5.57	3
» » »	—	—	18/XI 1936	1.50	3
» » »	—	—	24/XII 1936	0.64	3
» » »	—	—	XII 1935	1.60	3
Питаются 31 дом: *С. Патрино*, колодец на В против середины села	—	—	6/III 1937	3.07	3
То же	—	—	25/IV 1935	1.60	3
» »	—	—	5/IX 1936	2.93	3
» »	—	—	18/XI 1936	3.29	3
» »	—	—	24/XII 1936	4.00	3
» »	—	—	XII 1935	3.64	3
Питаются 2—3 дома: Каптаж	—	—	24/IV 1935	4.17	3
»	—	—	5/IX 1936	5.93	3
»	—	—	18/XI 1936	6.86	3
»	—	—	24/XII 1936	5.93	3
»	—	—	XII 1935	6.36	3
Рч. Серебрянка в 10 км ниже Патрина	—	—	25/VIII 1938	4.50	1
Ключ на прав. бер. Серебрянки на дороге из Нерчинского завода	—	—		6.81	1
Рч. Серебрянка (у Патрина), питается летом 22 дома	—	—	18/XI 1936	3.2	3
С. Морон, рч. Корей (Морон)	44	79.9	1/IX 1938	3.71	1
Ключ к З от села, из скалы	—	—		5.87	1
(Ключ тот же, анализ в Москве)	—	—	(1 IX 1938)	(5.98)	1
Лед из ключа Морон	—	—	I 1928	4.28	4
Ключ Морон	—	—	8/IX 1932	4.55	6
Р. Камара (?), против с. Морон	—	—		2.89	6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Место взятия пробы	% II + III степени поражаемости у взрослых	% общей поражаемости	Дата взятия пробы	Содержание Ca в мг/100 г (10⁻⁴%)	Автор
С. Горбуново, р. Аргунь	1	7.4	2/V 1937	1.43	3
» » » »	—	—	24/XII 1936	3.22	3
Пос. Олочи, р. Аргунь	1	8.0	27/VII 1937	2.23	2
Г. Сретенск, р. Шилка	—	Здоров	18/II 1937	0.79	3
» » » »	—	—	11/IV 1937	5.79	3
» » » »	—	—	5/V 1937	2.14	3
» » » »	—	—	VIII 1932 (?)	3.64	3
» » «Родник»	—	—	1932	10 22	6
Степная часть области					
Дер. Клин, ключ в середине, против школы	—	Здоров.	26/VIII (1936?)	9.50	3
(Алекс. зав. р-н) ключ «Степуха», в 3 км на СЗ от села	—	—		8.07	3
«Кислый» ключ, в 1 км на ЮВ	—	—		15.29	3
С. Нарын (Борзинск. р-н), р. Нарын	—	—	1/IX 1936	4.43	3
Хут. Васильевский (Борз. р-н), ключ	—	—		5 52	3
Юэкно-Покровский рудник (Борзинск. р-н), ключ	—	—	2/IX 1936	3.86	3
Запокровский рудник (Выркинский р-н), ключ	—	—	5/IX 1936	3.50	3

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

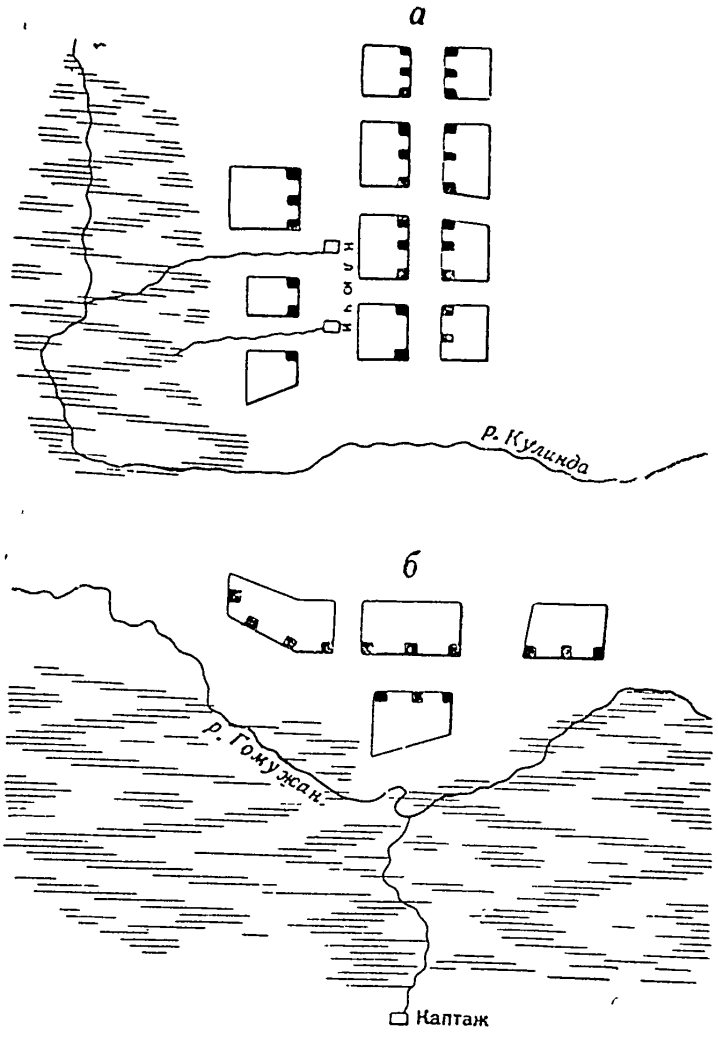


Схема сел Павловское *(а)* и Гомужан *(б)*

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

ТРУДЫ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ АКАДЕМИИ НАУК СССР, IX

В. О. МАЛИНИНА

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О СОСТАВЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ В РАЙОНЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ УРОВСКОЙ ЭНДЕМИИ

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

В течение ряда лет в Биогеохимической лаборатории Академии Наук СССР производились геохимические работы, имевшие целью выяснение причин уровской эндемии (Восточное Забайкалье, район р. Уров).

В результате изучения состава воды, почвы и растений в районе, охваченном эндемией, удалось установить, что пока единственным фактором, коррелирующим с распространением уровской эндемии является содержание кальция в питьевых водах. Было найдено, что наибольшая пораженность уровской болезнью наблюдается в местах, где население пользуется водой с малым содержанием кальция.

Исходя из этого, А. П. Виноградов (см. первую статью настоящего сборника) высказал гипотезу о роли недостаточности кальция в патогенезе уровской эндемии.

Исследования, произведенные П. Н. Палеем летом 1938 г., подтвердили зависимость между содержанием кальция в питьевой воде и пораженностью уровской болезнью района расположения соответствующих источников.

В связи с этим представляло несомненный интерес исследование состава продуктов питания местного населения на содержание в них минеральных веществ, особенно кальция.

В литературе вообще мало данных по минеральному составу пищевых продуктов. Подобные данные по району уровской эндемии совершенно отсутствовали.

Таким образом, наши исследования являлись первой попыткой дать хотя бы ориентировочное представление о минеральном составе продуктов в районе эндемии.

Ближайшей целью этих исследований были: сравнение состава продуктов питания в районе р. Уров со средним нормальным составом соответствующих продуктов и учет потребления основных компонентов минерального состава в пищевом рационе местного населения.

Сбор продуктов питания был произведен сотрудниками Биогеохимической лаборатории АН СССР К. П. Флоренским в 1937 г. и П. Н. Палеем в 1938 г.

Были взяты пробы пшеницы, ржи, пшеничной муки, картофеля, молока и мяса.

Для сравнения пробы брались как из пунктов с высоким процентом заболеваемости, так и из пунктов, наименее затронутых уровской эндемией.

Следует отметить, что взятые пробы пищевых продуктов не представляют собой средних проб, а являются лишь образцами местных продуктов.

Анализированы были 23 пробы: по четыре пробы пшеницы, ржи, картофеля, молока и мяса и три пробы пшеничной муки.

Во всех пробах определялись: вода при 105°, зола, песок (нерастворимые в 10% соляной кислоте примеси), кремнекислота, кальций, магний, калий, натрий, железо, хлор, фосфор и сера.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Зола определялась методом сжигания в электрическом муфеле при 500°.

Кремнекислота и щелочноземельные элементы определялись, как обычно, весовым методом в виде SiO_2, CaO и $Mg_2P_2O_7$.

Щелочи определялись озолением отдельной навески при температуре не выше 500°, далее калий определялся кобальтнитритным методом и натрийуранилацетатным.

Для определения хлора навеска обрабатывалась концентрированной азотной кислотой в присутствии $AgNO_3$. По разрушении органических веществ хлор определялся объемным методом по Фольгардту.

Фосфор и сера определялись из одной навески. После обработки концентрированной азотной кислотой проба сплавлялась с перекисью натрия. Далее фосфор определялся по Лоренцу, а сера — обычным весовым методом в виде $BaSO_4$.

Железо определялось калориметрическим методом в виде роданистого железа из отдельной навески.

В анализах кроме меня принимали участие сотрудники лаборатории Х. Г. Виноградова, Ш. Е. Каминская и С. Г. Цейтлин. Результаты анализов представлены в табл. 1—6.

В приведенных таблицах данные выражены в процентах сырого веса, т. е. веса натурального сырого продукта, и в процентах сухого веса при 105°.

Таблица 1

Минеральный состав пшеницы

В % сырого веса

Место и время взятия пробы	Вода, 105° С	Зола	«Песок»	SiO_2	Ca	Mg	K	Na	Fe	Cl	P	S
Шелопугино, 1938	15.13	1.84	—	0.028	0.042	0.133	0.463	0.010	0.0037	0.010	0.358	0.125
Георгиевское, 1938	9.13	1.96	—	0.039	0 053	0 146	0.411	0.014	0.0059	0.015	0.405	0.212
Михайловское, 1937	16.55	1.50	—	0.032	0.045	0.124	0.383	0.004	0 0065	0.036	0.295	0.175
Мотагор, * 1937	14.06	1.80	0 026	0 072	0.039	0.124	0 479	0.006	0.0450**	0.036	0.332	0.198
Средние данные	—	—	—	—	0.045	0.133	0.473	0.039	0.0050	0.068	0.423	0.181

В % сухого веса (105° С)

Место и время взятия пробы	Зола	«Песок»	SiO_2	Ca	Mg	K	Na	Fe	Cl	P	S
Шелопугино, 1938 . .	2.17	—	0.033	0.049	0.157	0.545	0.012	0.0044	0.012	0.422	0.147
Георгиевское, 1938 .	2.16	—	0.043	0.058	0.161	0.452	0.015	0.0065	0.017	0.446	0.233
Михайловское, 1937 .	1.80	—	0.038	0.054	0.149	0.459	0.005	0.0078	0.043	0.353	0.210
Мотогор, * 1937 . . .	2.10	0.030	0.084	0.045	0.144	0.558	0.007	0.0524**	0.042	0.386	0.230

* Пункты с высоким процентом заболеваемости уровской эндемией.
** Проба загрязнена «песком» жерновов.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Таблица 2

Минеральный состав ржи

В % сырого веса

Место и время взятия пробы	Вода, 105° С	Зола	Песок	SiO_2	Ca	Mg	K	Na	Fe	Cl	P	S
Чупрово, 1937 . .	17.24	1.25	—	0.026	0.039	0.104	0.402	0.009	0.0085	0.036	0.272	0.203
Патрино, * 1937 .	14.55	1.50	—	0.033	0.036	0.113	0.491	0.004	0.0073	0.018	0.329	0.155
Мотогор, * 1937 .	14.70	2 00	0 067	0.142	0.042	0.110	0.637	0.006	0.0115	0.018	0.361	0.137
Газимурский завод, 1937 . . .	17 74	1.60	0 104	0.076	0.044	0.107	0.441	0.006	0.0077	0.029	0.279	0.146
Средние данные .	—	—	—	—	0 055	0.130	0.453	0.035	0.0039	0.025	0.385	0.170

В % сухого веса (105° С)

Место и время взятия пробы	Зола	«Песок»	SiO_2	Ca	Mg	K	Na	Fe	Cl	P	S
Чупрово, 1937	1.51	—	0.031	0.047	0.126	0.486	0 011	0.0103	0.043	0.329	0.245
Патрино, * 1937	1.76	—	0.039	0 042	0.132	0.574	0.005	0.0085	0.021	0.385	0.181
Мотогор, * 1937	2.34	0.079	0.168	0.049	0.129	0.747	0.007	0.0135	0.021	0.423	0.161
Газимурский завод, 1937	1.95	0 126	0 092	0.054	0.130	0 536	0.007	0.0094	0 035	0.339	0.178

* Пункты с высоким процентом заболеваемости уровской эндемией.

Для получения возможности сопоставления в каждой таблице приведены средние данные минерального состава.[1]

При рассмотрении цифровых данных необходимо учитывать следующее.

Во-первых, минеральный состав всех исследованных продуктов подвержен колебаниям в той или иной степени. Эти колебания для зерна сравнительно невелики. Колебания в минеральном составе картофеля зависят от сорта, климатических и почвенных условий. Даже в одной и той же местности минеральный состав его может изменяться из года в год. Заметно колеблется и минеральный состав мяса в зависимости от породы скота, местных условий кормления, возраста и т. д. Молоко, являясь продуктом секреторной деятельности, обладает по сравнению с мясом бо́льшим постоянством состава.

Во-вторых, следует учитывать различие в методах химического исследования. Можно с уверенностью сказать, что для некоторых зольных элементов методы, применявшиеся в Биогеохимической лаборатории, во многих случаях отличны от методов, применявшихся при более ранних исследованиях. Нами применялись более совершенные методы исследования.

Это относится прежде всего к определению таких элементов, как натрий, почти всегда определявшийся по разности, а также к определениям серы, фосфора и хлора, методы определения которых сильно варьировали

[1] Шерман, 1937. Можно было бы привести средние данные из других сводок, но это не изменило бы существа дела.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Таблица 3

Минеральный состав пшеничной муки

В % сырого веса

Место и время взятия пробы	Вода 105° С	Зола	Песок	SiO_2	Ca	Mg	K	Na	Fe	Cl	P	S.
Патрино, * 1938 .	10.78	1.90	0.438	—	0 047	0 116	0.382	0.010	0.0417	0.036	0.332	0.161
Коровино, * 1938 .	12.18	1.98	0.426	—	0.045	0.133	0.489	0.010	0.0078	0.020	0.368	0.242
Тайна, 1938 . . .	14.93	1.94	—	0.081	0.059	0.156	0.446	0.008	0.0112	0 011	0.433	0.190
Средние данные**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

В % сухого веса (105° С)

Место и время взятия пробы	Зола	Песок	SiO_2	Ca	Mg	K	Na	Fe	Cl	P	S
Патрино, * 1938	2.13	0.491	—	0.053	0.130	0 428	0.011	0.0467	0.040	0.372	0.181
Коровино, * 1938 . . .	2.26	0.485	—	0 051	0.152	0.556	0 011	0 0089	0.023	0.419	0.276
Тайна, 1938	2.28	—	0.099	0 069	0.183	0 524	0 009	0 0130	0 013	0.509	0.223

* Пункты с высоким процентом заболеваемости уровской эндемией.
** Средние данные этой муки (грубого помола) близки к средним данным состава пшеницы (см. табл. 1).

и не всегда гарантировали правильность получаемых результатов. Таким образом, при сравнении цифровых данных следует руководствоваться лишь порядком цифр.

Перейдем к рассмотрению данных анализа пищевых продуктов.

Пшеница, рожь и пшеничная мука. Минеральный состав пшеницы, ржи и пшеничной муки приводится в табл. 1, 2, 3, в которых, так же как и в табл. 4, 5 и 6, пункты с высоким процентом заболеваемости уровской болезнью обозначены звездочкой. В дальнейшем будем называть их для краткости «больными» в отличие от «здоровых», где процент заболеваемости низкий.

Деление на «больные» и «здоровые» пункты произведено на основании статистических данных Уровского института.

Заметной разницы в минеральном составе пшеницы, ржи и пшеничной муки, взятых в различных пунктах («больных» и «здоровых»), не отмечается.

Сравнение со средними данными в общем не показывает каких-либо заметных отклонений в составе исследованных образцов.

Высокое содержание «песка» в пшеничной муке зависит от присутствия частиц камня из жерновов, попавших при помоле, что было подтверждено микроскопическим исследованием.

Картофель. Данные анализа картофеля приводятся в табл. 4.

Две пробы картофеля были взяты в двух «здоровых» и две — в двух «больных» пунктах. К сожалению, для двух проб вес сырого продукта не был определен сборщиком, и пробы поступили на анализ уже в высушенном виде. Поэтому данные в процентах сырого веса отсутствуют. Для срав-

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Таблица 4

Минеральный состав картофели

В % сырого веса

Место и время взятия пробы	Вода	Зола	SiO_2	Ca	Mg	K	Na	Fe	Cl	P	S
Георгиевское, 1938	79.21	0.69	<0.01	0.004	0.014	0.478	<0.002	0.0129	0.027	0.027	0.037
Верхний Ильдикан,* 1938	86.63	0.81	<0.02	0.004	0.015	0.509	<0.002	0.0125	0.009	0.057	0.031
Ямкун, 1937	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Зола,* 1937	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Москва, проба I, 1939	74.52	1.19	—	0.005	—	—	—	—	—	—	—
Москва, проба II, 1939	78.68	1.11	—	0.006	—	—	—	—	—	—	—
Средние данные	—	—	—	0.014	0.028	0.429	0.021	0.0009	0.038	0.058	0.030

В % сухого веса (105° С)

Место и время взятия пробы	Зола	SiO_2	Ca	Mg	K	Na	Fe	Cl	P	S
Георгиевское, 1938	3.32	<0.18	0.020	0.069	2.208	<0.01	0.0620	0.132	0.129	0.180
Верхний Ильдикан,* 1938	6.06	<0.12	0.033	0.115	3.810	<0.01	0.0935	0.066	0.428	0.231
Ямкун, 1937	4.68	<0.02	0.028	0.071	2.803	<0.01	0.0397	0.149	0.261	0.245
Зола,* 1937	4.32	<0.02	0.033	0.074	2.241	<0.01	0.0385	0.073	0.345	0.263
Москва, проба I, 1939	4.67	—	0.020	—	—	—	—	—	—	—
» » II, 1939	5.21	—	0.028	—	—	—	—	—	—	—

* Пункты с высоким процентом заболеваемости уровской эндемией.

ления минерального состава картофеля из «здоровых» и «больных» пунктов возьмем данные в процентах сухого веса. Эти данные для всех пунктов близки между собой. Сравнение со средними данными показывает небольшое отклонение в содержании кальция в исследованных образцах в сторону его некоторого понижения; в остальном минеральный состав картофеля приближается к средним данным.

Ввиду отмеченного понижения содержания кальция нами были исследованы на содержание кальция два московских образца картофеля, которые тоже дали несколько пониженное против принятой нормы содержание кальция (см. табл. 4).

Молоко. Полученные данные минерального состава молока приводятся в табл. 5. Как видно из таблицы, установить какую-либо зависимость между содержанием отдельных зольных элементов и степенью пораженности уровской эндемией не удается. Отклонения от среднего нормального состава также не наблюдается.

Мясо. Минеральный состав мяса представлен в табл. 6. В двух образцах мяса вес сырого продукта не был определен на месте, и пробы без предварительного взвешивания фиксировались спиртом. Поэтому для сравнения состава мяса из различных пунктов возьмем данные, рассчитанные на сухой вес. Эти данные не показывают какого-либо различия в составе мяса, взятого из «здоровых» и «больных» пунктов. По сравнению со сред-

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Таблица 5

Минеральный состав молока

В % сырого веса

Место и время взятия пробы	Вода	Зола	SiO_2	Ca	Mg	K	Na	Fe	Cl	P	S
Георгиевское, 1938	88.79	0.73	<0.004	0.096	0.014	0.217	0 023	0.00031	0.044	0.094	0.059
Дучары, * 1938	87.75	0.80	<0.004	0.094	0 013	0.224	0.012	0.00039	0.079	0.110	0.050
Тонтой, 1938	87.30	0.64	<0.004	0.085	0.012	0 240	0.013	0.00024	0.058	0.093	0.047
Туров, * 1938	86.14	0.76	<0 004	0.102	0.014	0.219	0.015	0.00026	0.043	0.094	0.056
Средние данные	—	—	—	0.120	0.012	0.143	0 051	0.00021	0 106	0.093	0.034

В % сухого веса (105° С)

Место и время взятия пробы	Зола	SiO_2	Ca	Mg	K	Na	Fe	Cl	P	S
Георгиевское, 1938	6 50	<0.03	0 875	0.124	1.937	0.205	0.0028	0.394	0.838	0.527
Дучары, * 1938	6.50	<0.03	0.771	0.105	1.825	0.100	0.0032	0.648	0 897	0 407
Тонтой, 1938	5.00	<0.03	0.670	0 096	1 886	0.102	0 0019	0.456	0.733	0.368
Туров, * 1938	5.50	<0.03	0.736	0.104	1.582	0.109	0 0019	0.309	0 681	0.402

* Пункты с высоким процентом заболеваемости уровской эндемией.

ними данными содержание кальция несколько понижено. Состав московского мяса близок к среднему нормальному составу. В одном случае содержание кальция оказалось даже несколько выше.

Подводя итоги полученным данным по составу пищевых продуктов из района распространения уровской эндемии, мы не можем установить заметной разницы в минеральном составе продуктов питания из «здоровых» и «больных» местностей.

Не найдено нами также и сколько-нибудь существенных отклонений в минеральном составе исследованных продуктов питания от обычного среднего состава. Отмечается лишь небольшое понижение в содержании кальция в картофеле и мясе.

Конечно, следует учитывать, что анализировано лишь очень небольшое число проб и что эти пробы не являются средними. Таким образом, эти выводы можно рассматривать лишь как предварительные.

Попытаемся произвести учет количества основных компонентов минерального состава пищевых продуктов (кальция и фосфора), потребляемого населением Уровского района. Такого рода подсчеты требуют знания пищевого рациона населения.

Исходя из имеющихся данных о потреблении населением хлеба, картофеля, мяса и молока и основываясь на полученных нами данных минерального состава этих продуктов питания, мы сделали попытку подсчитать суточное потребление кальция и фосфора.

Среднее суточное потребление кальция при весе тела 70 кг должно составлять в среднем не менее 0.45 г. Среднее суточное потребление фосфора, рассчитанное на тот же вес тела, должно составлять 0.88 г.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Таблица 6

Минеральный состав мяса

В % сырого веса

Место и время взятия пробы	Вода 105° С	Зола	SiO_2	Ca	Mg	K	Na	Fe	Cl	P	S
Шелопугино, 1938 .	76.84	1 05	<0 009	0 005	0.022	0.535	0.024	0.0250	0.029	0.198	0.233
Дучары, * 1938 . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Газимурский завод, 1937	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Дучары, * 1937 . . .	82.59	0 77	<0.003	0.003	0.018	0.371	0.025	0.0500	0.030	0.174	0.145
Москва, проба I, 1939	77.41	1.28	—	0.013	—	—	—	—	—	—	—
Москва, проба II, 1939	77.46	1.26	—	0.032	—	—	—	—	—	—	—
Среднне данные . .	—	—	—	0.012	0.024	0.338	0.084	0.0030	0.076	0.216	0.230

В % сухого веса (105° С)

Место и время взятия пробы	Зола	SiO_2	Ca	Mg	K	Na	Fe	Cl	P	S
Шелопугино, 1938	4.55	<0.04	0 023	0.095	2.309	0.105	0.1080	0.126	0.853	1.005
Дучары, * 1938	3.53	<0.08	0.038	0.066	2.617	0.269	0.1125	0.146	0.662	0.687
Газимурский завод, 1937 .	4.80	<0.05	0.030	0.033	2.611	0.212	0.0650	0.210	0.983	0.840
Дучары, * 1937	4.40	<0.02	0.019	0 102	2 130	0.144	0.2872	0.174	0.886	0.830
Москва, проба I, 1939 . .	5.67	—	0.058	—	—	—	—	—	—	—
» » II, 1939 . .	5.59	—	0.142	—	—	—	—	—	—	—

* Пункты с высоким процентом заболеваемости уровской эндемией.

При нормальном питании отношение суточного потребления фосфора (0.88) к суточному потреблению кальция (0.45) должно быть равным 2 и даже, по новейшим данным, 1.5.

По нашим подсчетам, абсолютного недостатка в потреблении кальция у местного населения не наблюдается, имеется избыточное потребление фосфора.

Отношение потребления фосфора к потреблению кальция P/Ca составляет 2.6—5.5, т. е. это отношение для местного населения значительно выше нормального (население потребляет повышенное по сравнению с кальцием количество фосфора).

При расчетах суточного потребления кальция мы не учитывали того количества кальция, которое вводится в организм с питьевой водой. Однако при обычной минерализации питьевой воды кальций, содержащийся в воде, увеличивает абсолютное потребление кальция человеком и может оказывать влияние на отношение суточного потребления фосфора к потреблению кальция в сторону снижения этого отношения. В случае же пользования водой, бедной солями кальция, а такого типа воды и встречаются в районе распространения уровской эндемии, кальций воды оказывает мало влияния на изменение фосфорнокальциевого баланса в сторону понижения отношения P/Ca. Малое содержание кальция в питьевой воде не улучшает фосфорнокальциевый баланс.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

ВЫВОДЫ

1. Резкого различия в минеральном составе исследованных пищевых продуктов, взятых в отдельных пунктах в районе распространения уровской эндемии с различной степенью заболеваемости, не наблюдается.

2. Минеральный состав исследованных продуктов питания мало отличается от средних величин. Можно отметить лишь некоторое снижение содержания кальция в картофеле и мясе.

3. Произведя расчеты суточного потребления кальция и фосфора с пищей, устанавливаем некоторое повышение отношения суточного потребления фосфора к суточному потреблению кальция против требуемого нормой.

Это относительное превышение суточного потребления фосфора над кальцием является результатом специфического характера питания местного населения.

4. Пониженное по сравнению с фосфором суточное потребление кальция могло бы несколько компенсироваться за счет кальция, вводимого с питьевой водой. Однако это условие в районе распространения уровской эндемии отсутствует, так как питьевые воды содержат ничтожное количество кальция.

ЛИТЕРАТУРА

Виноградов А. П. О причинах происхождения уровской эндемии. См. настоящий сборник, стр. 5.

Палей П. Н. О содержании кальция в питьевых водах района уровской эндемии. См. настоящий сборник, стр. 31.

Шерман Г. Химия пищи и питания, 1937.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Б. А. СКОПИНЦЕВ

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ

— ОЦЕНКА И СОПОСТАВЛЕНИЕ —

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

СОДЕРЖАНИЕ

Стр

Введение 67

Прямые методы

1. Определение потери при прокаливании 70
2. Выделение определенных органических соединений 70

Косвенные методы

Химические методы

А. Определение отдельных элементов и групп

3 Определение органического углерода C, азота N и фосфора P 77
4 Определение альбуминоидного азота 83

Б. Определение окисляемости

5. Перманганатная окисляемость 87
6. Цериевая окисляемость 94
7 Хлорная окисляемость (хлорное число) 96
8 Бихроматная окисляемость 98
9. Иодатная окисляемость 100

Физические и физико-химические методы

10. Определение цветности воды 101
11. Исследование спектра поглощения воды в видимой части спектра и в ультрафиолете 106
12. Измерение люминесценции — флуоресценции в ультрафиолете 109
13. Измерение поверхностного натяжения и определение пенообразования . . . 110
14. Определение показателя преломления (рефракции) 111
15 Определение окислительно-восстановительного потенциала 112

Биохимические и биологические методы

16 Биохимическое потребление кислорода (БПК) 112
17. Бактериологические и гидробиологические исследования 119

Выводы 120

Литература 122

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

ВВЕДЕНИЕ

До сего времени аналитическая химия не располагает прямым совершенным методом определения в природных водах общего содержания органического вещества (о. в.) как растворенного, так и взвешенного. Единственный прямой метод — определение потери при прокаливании — в большинстве случаев дает неудовлетворительные результаты.

Поэтому был предложен целый ряд косвенных методов, основанных на различных принципах. Ниже дается перечень отдельных методов определения органического вещества.

Прямые методы

1. Определение потери при прокаливании.
2. Выделение определенных органических соединений.

Косвенные методы

Химические методы

а) Определение отдельных элементов или групп

3. Определение органического углерода C, азота N и фосфора P.
4. Определение альбуминоидного азота.

б) Определение окисляемости

5. Перманганатная окисляемость.
6. Церневая окисляемость.
7. Хлорная окисляемость.
8. Бихроматная окисляемость.
9. Иодатная окисляемость.

Физические и физико-химические методы

10. Определение цветности воды.
11. Исследование спектра поглощения в видимой части спектра и в ультрафиолете.
12. Измерение люминесценции — флуоресценции в ультрафиолетовом свете.
13. Измерение поверхностного натяжения и определение пенообразования.
14. Определение показателя преломления (рефракции).
15. Определение окислительно-восстановительного потенциала.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Биохимические и биологические методы

16. Биохимическое потребление кислорода.
17. Бактериологические и гидробиологические исследования.

Не все предложенные методы разработаны с достаточной полнотой; в ряде случаев требуются дополнительные исследования для установления количественной связи между изучаемым фактором и содержанием в воде органического вещества.

Некоторые методы дают представление о ряде свойств изучаемого органического вещества, что, конечно, также чрезвычайно важно.

Накопившийся к настоящему времени аналитический материал дает возможность произвести сопоставление отдельных методов, дать им оценку и установить переходные коэффициенты между некоторыми из них. Как будет видно ниже, последний прием дает возможность несколько глубже подойти к познанию отдельных свойств органического вещества.

Рассмотрению отдельных методов предпошлем описание приема разделения органического вещества на растворенное и взвешенное, а также опишем условия хранения проб воды до анализа.

Разделение органического вещества на растворенное и взвешенное

Для отделения растворенного органического вещества от взвешенного применяют: 1) фильтрацию, 2) центрифугирование и 3) коагуляцию воды.

При фильтрации представляется возможным отделить взвешенное органическое вещество от растворенного и коллоидного. Наиболее удобным, и в то же время совершенным методом надо считать фильтрацию через стеклянный пористый фильтр № 4 (диаметр пор 5—10 μ), покрытый или слоем сернокислого бария [129] или углекислого кальция [87]. При помощи такого фильтра удается выделить из воды частицы размером $\geqslant$ 1—1.5 μ, т. е. примерно такие же частицы, какие можно отделить посредством плотного бумажного баритового фильтра (синяя лента). Однако в случае применения последнего необходима предварительная длительная промывка его для вымывания растворенного органического вещества.

Для выделения более мелких суспензий, а также и коллоидных частиц применяют фарфоровые ультрафильтры, а также органические мембраны. Для фильтрации необходимы специальные приспособления, обеспечивающие или вакуум или, наоборот, повышенное давление; кроме того, требуется длительная предварительная промывка, особенно органических мембран.

При центрифугировании практически исключается возможность загрязнения воды, но для успеха работы желательны центрифуги с бо́льшим числом оборотов.

При применении метода коагуляции в исследуемую воду вводят или гидроокись алюминия или сернокислый алюминий, в результате гидролиза которого образуется гидроокись алюминия [63]. При осаждении последней из воды извлекаются не только все взвешенные частицы, но также и коллоиды; так что практически можно считать, что в воде остается только растворенное органическое вещество.

Наблюдения показывают, что в природных водах содержание взвешенного органического вещества невелико; в то же время в водах, богатых гумусовыми соединениями, органическое вещество в значительной степени находится в виде коллоидов.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Условия хранения проб воды перед определением органического вещества

Для получения истинного представления о количестве находящегося в воде органического вещества желательно производить определение по возможности скорее после взятия пробы — вне зависимости от применяемого метода. Однако это требование применимо далеко не ко всем методам, учитывая экспедиционные условия работы. Хранение воды до анализа, без какой-либо предварительной ее обработки, может привести к изменению отдельных форм органического вещества и даже к уменьшению его количества ввиду, хотя и медленно, но все же идущих процессов распада и трансформации. При хранении проб в незатемненном помещении возможно обратное явление — проявление синтетической деятельности растительных организмов, что и приведет хотя бы к временному увеличению содержания в воде органического вещества; это особенно сильно должно проявляться в глубоководных пробах, богатых питательными солями.

Для устранения перечисленных выше явлений необходимо вводить в склянку с водой какие-либо соединения — консерванты, которые должны приводить к прекращению всякой жизнедеятельности. Отмечаем, что определение биохимического потребления кислорода, естественно, должно производиться только в натуральных (свежих) пробах воды.

Понятно, что для консервации проб воды в наших целях не могут применяться какие-либо органические препараты (хлороформ, толуол, формалин, фенол и т. д.). Возможные консерванты из области неорганических соединений следующие: сулема, окись ртути, кислоты, соли фторидов. Однако применение кислот, особенно при длительном хранении, принципиально недопустимо ввиду идущих процессов гидролиза, что далеко не безразлично при определении органического C, окисляемости, альбуминоидного N; в отношении органического N и P дело упрощается, если в исходной пробе определены солевой аммиак и фосфаты.

В отношении возможности применения ртутных солей нет единой точки зрения; имеются указания на то, что в их присутствии определение не всегда сходно с тем, что получают при анализе свежей пробы [128].

Применение фторидов еще достаточно не проверено.

Более приемлемым можно считать предварительное выпаривание при 60° свежей пробы воды и дальнейшее ее высушивание; однако эта операция длительна, требует тщательности и осторожности при переносе высушенной пробы и хранении ее. Практически удобно применение данного способа при определении углерода и бихроматной окисляемости в пресных водах. В последнем случае для увеличения массы сухого остатка следует вносить 0.2 г прокаленного сернокислого калия [55]. Из всего вышесказанного можно сделать вывод: БПК, окисляемость (за исключением бихроматной и иодатной), альбуминоидный азот надлежит определять только в свежих пробах; органический N и P можно определять и в пробах, консервированных чистой серной кислотой, если в исходных водах определены солевой аммиак и фосфаты. Количество добавляемой в пробы кислоты должно быть таково, чтобы pH воды был понижен до 2—3.

Пробы воды на органический углерод, потерю при прокаливании, иодатную и бихроматную окисляемость после взятия надлежит упаривать, высушивать и переносить в чистую бюксу для хранения. Остальные определения, при которых применяются физические, физико-химические, биохимические и биологические методы, должны проводиться в свежесобранных пробах.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

ПРЯМЫЕ МЕТОДЫ

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕРИ ПРИ ПРОКАЛИВАНИИ (общее содержание органического вещества)

Принцип метода и его оценка

Определение величины потери при прокаливании, т. е. определение разницы между высушенным и прокаленным сухим остатком выпаренного известного объема испытуемой воды, может дать лишь приблизительное представление об общем содержании органических веществ, находящихся в воде. Получаемые результаты обычно выше истинных, так как при прокаливании, даже осторожном, имеют место распад и частичное улетучивание ряда минеральных компонентов солей воды: азотсодержащих соединений, карбонатов, хлоридов, а также и кристаллизационной воды. Очевидно, чем выше в воде содержание минеральных солей и чем, соответственно, меньше количество органического вещества, тем больше ошибка в его определении при помощи данного метода.

Наоборот, в мягких водах потеря при прокаливании дает величины, весьма близкие к истинному содержанию в них органического вещества. Конечно, в данном случае безусловно необходимо соблюдение всех известных предосторожностей, какие рекомендуются при выполнении операции прокаливания. Рядом авторов были использованы данные по потере при прокаливании для вывода некоторых переводных коэффициентов; однако, как это следует из изложенного выше, такие коэффициенты могут применяться весьма ограниченно.

Общее содержание органических веществ, определяемое путем расчета

а) по органическому углероду — см. 3. Определение органического C, N и P (стр. 77);

б) по кислороду окисляемости — см. 5. Перманганатная окисляемость (стр. 87).

2. ВЫДЕЛЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Наряду с определением общего содержания органических веществ в воде, осуществляемых различными методами, некоторыми исследователями выделены и учтены определенные органические соединения или группы соединений.

Число таких определений еще очень невелико; вполне очевидно, что подобные исследования помогут осветить вопрос о происхождении и природе органических веществ воды. Некоторые из них могут быть продуктами обмена, а также составными частями водных и наземных организмов и характеризуются различной степенью устойчивости; другие представляют собой продукты, образующиеся в результате протекающих при разложении процессов трансформации, и, наконец, третьи — это те соединения, которые синтезируются микроорганизмами. Все эти соединения

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

и образуют ту сумму истинно- и коллоиднорастворенных органических веществ, находящихся в природных водах.

Гумусовые соединения

Определенная часть органического вещества в природных водах представлена окрашенными гумусовыми соединениями; особенно значительно присутствие последних в грунтовых водах, в водах ряда рек и особенно в болотных водах. Впервые на них было обращено внимание шведским химиком Берцеллиусом в 30-х годах прошлого столетия [84]; им были выделены из воды минерального источника две органические кислоты: креновая, или ключевая, и апокреновая, или осадочно-ключевая. Берцеллиус отмечал, что эти соединения находятся в большинстве вод источников, а также и в водных вытяжках из почвенного гумуса и торфа. Таким образом, уже тогда была установлена генетическая связь между водорастворимыми соединениями почвенного гумуса и торфа и органическими веществами грунтовых вод.

Оден [123] назвал эти соединения фульвокислотами (fulvo — желтый). Сами кислоты растворимы в воде, окрашивая ее в желтый цвет; этим же свойством обладают и щелочные и аммиачные соли; в достаточной степени растворимы магниевые соли и соли закиси железа; соли кальция уже менее растворимы.

Имеются все основания считать, что в природных водах находится и водорастворимая часть гуминовой кислоты в виде легкорастворимых щелочных и аммиачных солей; вероятно также, что в воде находятся и щелочноземельные соли гуминовой кислоты в виде коллоидных образований; всем этим соединениям присуща желто-бурая окраска.

И фульвокислоты и гуминовая кислота имеют отрицательный заряд; к диализу способна вся группа водорастворимых соединений фульвокислот, а также и щелочные соли гуминовой кислоты. Элементарный состав органического вещества семи главных рек Финляндии, состоящего главным образом из гумусовых соединений, представляется следующим образом: углерод от 46 до 54%, водород от 3.9 до 5%, азот от 1.5 до 2.9% и кислород от 39.7 до 47.9%; помимо того находилось некоторое количество фосфора и серы [81]. Исходя из приведенного состава (и не считая азота), автор отмечает, что эти гумусовые соединения приближаются к полисахаридам.

Наиболее характерными особенностями гумусовых соединений природных вод надо считать их желто-бурую окраску, широкое отношение углерода к азоту и высокую биохимическую устойчивость.

Естественно, что в разных природных водах их содержание по отношению к общему количеству органического вещества различно; для суждения об этом может быть использовано сопоставление данных цветности и окисляемости, цветности и органического углерода и т. д.; подробнее см. 10. Определение цветности воды (стр. 101).

Группа белковых и белковоподобных веществ

В воде ряда висконсинских озер было проведено качественное и количественное определение протеинов, аминокислот и других азотсодержащих органических соединений [92, 126]. Предварительно вода подвергалась центрифугированию для удаления планктона и большей части

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

бактерий; затем, в объеме нескольких литров вода упаривалась в вакууме при 60°.

Качественное испытание было проведено на четырех образцах концентрированной поверхностной воды после предварительного гидролиза, с соляной кислотой или гидроокисью бария; при помощи нескольких приемов была получена положительная реакция на протеины и аминокислоты.[1]

Количественно из концентрата воды ряда озер и рек,[2] содержащих 0.143—0.949 мг/л, в среднем 0.444 мг/л растворимого органического азота, было выделено:

а) группа органического N, осаждаемого фосфорно-вольфрамовой кислотой (азот протеинов, пептона и диаминокислот);

б) азот свободных аминокислот (без гидролиза), пептидный азот, т. е. гидролизуемые аминокислоты, и негидролизуемый азот.

В других исследованиях после предварительного гидролиза были выделены некоторые аминокислоты, пурины, амиды. Содержание отдельных групп азота по отношению к растворимому органическому азоту представляется следующим образом (в %):

Группа, осаждаемая фосфорно-вольфрамовой к-той	17—81,	в среднем	41
» свободных аминокислот	7—39	»	20
» гидролизуемых аминокислот (пептиды) .	22—70	»	40
» негидролизуемого азота	14—59	»	40

Приведенные здесь крайние величины в большинстве случаев свойственны речным водам. В то же время не найдено значительной разницы в содержании отдельных форм органического N в водах озер разного происхождения (эвтрофные, дистрофные) и потому содержащих разное в качественном и количественном отношениях органическое вещество. Более значительно изменение состава в зависимости от сезона.

Количество выделенных путем гидролиза из сухих остатков пяти озер некоторых аминокислот представилось следующим образом (в гаммах азота на литр — γ N/л и в процентах к общему органическому азоту):

1) Триптофан	от	6.1	до	16.4,	в	среднем	11.3	или 4%
2) Тирозин	»	3.3	»	17.6	»	»	12.5	» 4%
3) Гистидин	»	5.7	»	22.7	»	»	13.1	» 4.5%
4) Цистин	»	1.5	»	7.5	»	»	6.1	» 2%

Наконец, в воде озера Мендота были еще выделены: амиды, пурины и амины, которые в сумме составляли 35—45 γN/л, или 11—13% растворенного органического N; из них приходилось на долю амидов 4—5%, пуринов 2—3% и аминов 4—5%.

Интересно для сравнения привести данные по содержанию различных форм органического N: в водных вытяжках из разлагающихся в условиях оптимального увлажнения растительных остатков, в смешанном планктоне и в почвах.

---

[1] Положительная реакция на белки была получена нами при анализе морской пены [53].

[2] Всего исследована 71 проба, из них: 49 проб из озера Мендота, где пробы брались в течение трех лет с поверхности и у дна, 15 проб — из других озер и 7 проб — из рек.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

В водных вытяжках из разлагающегося клевера [75] азот белков, осаждаемых уксуснокислым свинцом (а), и азот свободных аминокислот (б) в процентах к растворенному органическому N менялся следующим образом:

	Начало опыта	Через 14 дней	Через 3 мес.	Через 12 мес.
а)	15	43	63	85
б)	0	46	21	12

В смешанном планктоне среднее содержание: а) N свободных аминокислот 17%, б) N гидролизуемых аминокислот 41% и в) негидролизуемого N 42%. В почвах [69, 8] количество N свободных аминокислот весьма невелико — около нескольких процентов и меньше; в то же время количество N всех моноаминокислот, по данным ТСХА, колеблется от 21 до 71% и в среднем равно 60%, содержание N амидов, по тем же данным, колеблется от 5 до 20%, и, по Вакселю, от 16 до 30%; остающаяся часть приходится на N диаминокислот.

Сравнивая приведенные выше данные по содержанию моноаминокислот в азотсодержащих органических веществах исследованных вод с соответствующими данными, полученными для почвенного гумуса, видим, что они близки. Но в то же время для вод характерно более высокое содержание N свободных аминокислот и меньшее содержание N амидов.

Во всяком случае продукты гидролиза водных органических веществ, так же как и почвенного гумуса, указывают на белковую природу тех азотсодержащих соединений, которые входят в их состав.

Но очевидно, как и по отношению к «белкам» почвенного гумуса, необходимо учитывать, что и «белки» органического вещества природных вод отличаются от белков растительного и животного происхождения.

Как показало изучение почвенного белка, он характеризуется высокой устойчивостью по сравнению с растительными и животными белками; на него не действуют даже протеолитические энзимы. Считается, что почвенные белки преимущественно представляют собой соединения, синтезируемые микроорганизмами в процессе разложения органического вещества; частично сюда надо отнести также и те азотсодержащие соединения животных и растительных организмов, которые отличаются высокой устойчивостью.

Считается, что высокая устойчивость почвенного белка обусловлена также и тем, что он образует комплексное соединение с такими устойчивыми безазотистыми веществами, как лигнин, уроновые кислоты.

Очевидно, к этой же категории относятся и азотсодержащие соединения природных вод, представляя собой в основном водорастворимую фракцию: почвенного гумуса и трансформированных остатков от разложения тел растительных и животных организмов, населяющих водоем, а также и продуктов их жизнедеятельности. Эти азотсодержащие вещества, по видимому, образуют комплексные соединения с безазотистыми веществами и характеризуются высокой устойчивостью в биохимическом отношении (и потому невысокой питательной ценностью).

Таким образом, белковые вещества природных вод являются совершенно своеобразными соединениями, отличающимися от известных растительных и животных белков, и было бы правильнее их называть б е л к о в о п о д о б н ы м и в е щ е с т в а м и.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Группа углеводов

Нам неизвестны работы по непосредственному определению углеводов в природных водах. Однако, очевидно, надо полагать, что если углеводы в водах и присутствуют, то в очень малых количествах. Основанием для этого служат: а) результаты опытов по разложению растительных остатков; б) результаты соответствующих исследований почв и наконец, в) наши данные по определению пентозанов и метилпентозанов в природных водах [60а].

Согласно Шиловой, в водной вытяжке из разлагающегося клевера [75] углеводы, восстанавливающие фелингову жидкость, в начале опыта составляли 83% общего количества углерода в вытяжке, через 2 недели — 17%, через 3 мес.—6%, а через 6 мес. реакция была отрицательной. Таким образом, в некоторые сезоны возможно присутствие углеводов, восстанавливающих фелингову жидкость и в природных водах, однако, очевидно, они могут составлять крайне малую часть всего органического вещества.

Исследование почв [8, 69] показало, что в гумусе распределение углеводов совершенно иное, чем в растительных остатках: количество клетчатки в почве крайне мало, а в то же время количество пентозанов весьма велико, и особенно полиуронидов.

Проведенные нами определения фурфуролсодержащих веществ в природных водах дали положительные результаты; однако количество их весьма невелико [60а].

Приводимые же в литературе данные по содержанию в воде углеводов представляют собой результат расчетов и ни в коем случае не отвечают действительному положению вещей.

Основанием для таких расчетов для Бердж и Джедди [85] послужило выделение отдельных форм органического азота и установление их подобия с продуктами гидролиза белков планктона. По аналогии авторы считали, что и безазотистая часть в растворенном органическом веществе того же состава, что и в планктоне, т. е. что она в основном состоит из углеводов. Но, как это следует из приведенных выше рассуждений о белковом веществе, подобная аналогия в действительности не может иметь места.

Обоснованием для расчетов Крога [114] послужили вычисленные им величины отношения объемов выделяющейся при сожжении органического вещества CO_2 и затраченного на сожжение кислорода. Это отношение для всего водорастворимого органического вещества составляло в среднем 0.93 и для безазотистой его части 1.05; в то же время для планктона указанное отношение колебалось от 0.80 до 0.95 и для безазотистой его части — от 0.80 до 0.98. На основании вычисленных коэффициентов, а также и того количества кислорода, которое было затрачено на сожжение безазотистой части, автор вычислял содержание белков, жиров и углеводов, а также и калорийность органической материи.

Позже Крог распространил эти выводы и на органическое вещество морской воды, отмечая, что в нем содержатся белок, аминокислоты и углеводы, главным образом пентозаны [113, 115].

Имеются и другие работы, где были использованы описанные выше приемы расчета. Условность подобных расчетов, как будет показано ниже, очевидна.

Исходя из современных данных об элементарном составе гумуса и гуминовой кислоты, нами произведено вычисление того количества CO_2, ко-

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

торое должно образоваться при сожжении, и того количества O_2, которое должно затратиться на сожжение. Вычисление соотношения объемов CO_2/O_2 дало следующие результаты:

а) для гуминовой кислоты из различных почв 1.01 и 1.09,
б) » » » из подзолистой почвы 0.96 и 1.05,

при этом в первой колонке приведены данные расчета, произведенного на все вещество, а во второй — для безазотистой его части. Полученные величины близки к приведенным выше данным Крога. Это и неудивительно, так как гумусовые соединения по составу близки к углеводам, но таковыми они не являются. Произведенное нами вычисление калорийности гуминовых кислот дало 46.0 г-кал на 10 мг; Крог для водорастворимого органического вещества вычислил 47.8 г-кал на 10 мг.[1]

Таким образом, имеется лишь формальная аналогия между свойствами безазотистой части водорастворимого органического вещества и свойствами углеводов. По существу же главная масса их — это весьма устойчивые в биохимическом отношении образования (и потому, так же как и азотистая часть, обладающие невысокой питательной ценностью).

Только применение методов прямого определения дает возможность получить представление об истинном содержании углеводов в воде.

Группа жиров

При изучении органических веществ в водах висконсинских озер [85] было проведено определение содержания жиров в сухих остатках воды нескольких озер; вода предварительно подвергалась центрифугированию в мощной центрифуге для отделения планктона и большей части бактерий.[2] Жиры извлекались эфиром, причем найдено следующее количество их: 0.2—0.8 мг/л, в среднем 0.56 мг/л, что составляло около 4% всего органического вещества.

Близкие величины были получены теми же авторами и в другой работе [86].

Найденные жиры, очевидно, планктонного происхождения. Вещества, переходящие в эфирную вытяжку из почвы, составляют 0.3—2.9% общего содержания гумуса [69].

Ферменты (энзимы), витамины, антибиотики

Общеизвестно то громадное значение в жизни всех организмов таких органических соединений, как ферменты (энзимы) и витамины. Эти соединения найдены в теле организмов и простейших, и высших, и наземных, и водных.

В последнее время открыта новая важная группа органических соединений — антибиотики. Целый ряд ферментов и витаминов найден в почве [142] и в илах [37]; из почвы же обычно выделяют и те микроорганизмы (бактерии, грибы, актиномицеты), которые производят антибиотические вещества.

Вполне логично полагать, что все эти соединения могут находиться и в природных водах; это подтверждают начавшиеся исследования. Хотя количество их по отношению к общему содержанию органического веще-

[1] Подробное изложение этих расчетов приведено нами в статье «Органическое вещество в морских водах» [59].

[2] При этом способе из воды удалялось 70—80% всего числа бактерий.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

ства в воде крайне незначительно, но значение их в «жизни» водоема может быть велико. Здесь необходимы дальнейшие исследования; ниже приводится краткое изложение имеющихся данных.

Ферменты (энзимы)

Харвей [97], исследуя процессы разложения перекиси водорода и процессы окисления некоторых органических соединений в морской воде, пришел к заключению, что в последней имеются соединения, которые ускоряют течение этих процессов. Им высказано предположение, что эти соединения относятся к группе энзимов.

Продолжение ряда биохимических процессов в пробах воды, отравленных сулемой или профильтрованных через мембранный фильтр, Крепс и другие объясняют присутствием в воде ферментов [4].

Витамины

В последнее время в воде ряда озер США [99, 100] обнаружены некоторые витамины, необходимые для роста планктонных организмов: тиамин (витамин B_1), биотин, ниацин (амид никотиновой кислоты); вода предварительно упаривалась. Эти витамины были найдены как в нефильтрованной, так и в фильтрованной воде.

Содержание тиамина в четырех разных пробах нефильтрованной воды колебалось от 0.112 до 0.285 γ/л, причем наименьшая концентрация была найдена в олиготрофных озерах и наибольшая — в эвтрофных озерах; в последних содержание тиамина было тем больше, чем больше было в воде количество фитопланктона. В фильтрованной воде содержание тиамина колебалось от 0.008 до 0.077 γ/л.

Количество биотина как в нефильтрованной, так и в фильтрованной воде колебалось от 0.0003 до 0.004 γ/л.

Содержание ниацина в течение года в нефильтрованной воде колебалось от 0.3 до 2.6 γ/л и в фильтрованной через мембранный фильтр воде — от 0.15 до 0.89 γ/л.

Антибиотики

Как известно, эта группа соединений выделена преимущественно из микроорганизмов, живущих в почве. На возможность присутствия антибиотиков и в воде указывает Ваксман [9].

Однако непосредственные определения дали пока разноречивые результаты: 1) антибиотик под названием хлореллин был выделен из одноклеточной водоросли *Chlorella* [15]; 2) согласно исследованиям Гетчинсона, вода одного из озер не содержала антибиотических веществ [100]. Надо полагать, что все же дальнейшие исследования подтвердят наличие антибиотиков в некоторых природных водах.

Выводы

В заключение данного раздела необходимо отметить, что выделенные определенные органические соединения составляют крайне малую часть всей массы органического вещества природных вод; напомним, что такое же положение имеет место и по отношению к почвенному гумусу. Очевидно, что все же основную массу органического вещества в природных водах составляют новообразованные (трансформированные) комплексные соединения.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

КОСВЕННЫЕ МЕТОДЫ

ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ГРУПП

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА С, АЗОТА N И ФОСФОРА P

Принципы методов и их оценка

а) Сухое сожжение

В 70-х годах прошлого столетия Франкландом и Армстронгом был предложен один из вариантов метода сухого сожжения для одновременного определения в воде органического углерода и азота по учету образующихся CO_2 и NH_3 [72]; при помощи данного метода в то время были проведены многочисленные определения органического C и N в различных водах [131, 145]. Однако уже тогда отмечались сложность и трудоемкость данного метода и, что особенно важно, невозможность получить вполне точные результаты ввиду: 1) частичного разрушения и улетучивания органического вещества за время упаривания воды в присутствии сернистой кислоты и хлорного железа, добавляемых для удаления HCO_3, NO_2 и NO_3; 2) неполного разрушения нитритов и нитратов; 3) поглощения аммиака из атмосферы за время упаривания проб воды и т. д. [72. 130]. Таким образом, наиболее уязвимым в данном методе является определение азота, что, повидимому, и обусловило получение в указанных исследованиях повышенных данных по органическому азоту.

Дальнейшего развития метод сухого сожжения для определения органического углерода в воде не получил. В сравнительно недавнее время Крогом и Кейсом [116] был описан новый метод сухого сожжения для определения органического азота. Этот прием в качестве микрометода был применен авторами к морской воде; в данном случае сожжение органического вещества (в сухом остатке воды) производится в присутствии щелочи при 500° в атмосфере водорода, при этом органический N в подавляющей части переходит в аммиак. У нас данный метод был применен Дацко [18] при работе с морской водой и мною — при определении N в пресной воде [60]. Малочисленность аналитического материала затрудняет произвести оценку метода. Большое преимущество его — это возможность пользования малыми объемами воды, а также применение щелочи — реактива, который можно очистить от азотсодержащих примесей; в то же время требуется особое соблюдение предосторожностей от всевозможных загрязнений.

б) Мокрое сожжение

При определении углерода по методу мокрого сожжения с учетом образующейся CO_2 в качестве окислителя применяют или марганцевокислый калий или хромовокислый калий в присутствии серной кислоты. Органический азот определяют путем сожжения с крепкой серной кислотой по методу Кьельдаля и его различных видоизменений.

Определение С. Сравнительные определения углерода в различных органических веществах как растворенных, так и взвешенных

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

показали, что наибольшая полнота окисления может быть достигнута лишь при хромовокислом методе окисления [67, 112]; в табл. 1 приведены некоторые данные, иллюстрирующие вышесказанное [112].

Таблица 1

Результаты определения углерода двумя методами мокрого сожжения в % от определений путем сухого сожжения

№ п/п	Органическое вещество		С, %	№ п/п	Органическое вещество		С,
	Окисление $KMnO_4$				Окисление $K_2Cr_2O_7$		
1	Щавелевая кислота		96—100	1	Клетчатка из:		
2	Тростниковый сахар		99—100		а) лузговой тары		101
3	Крахмал		96—100		б) клевера		98
					в) гороха		99
4	Казеин	обработанные щелочью	67—82	2	Казеин	обработанные щелочью	100
5	Сливочное сало		55—72	3	Сливочное сало		97—100

Применение хромовокислого метода к таким индивидуальным соединениям, как сахар, мочевина, аспарагин, янтарная, уксусная, стеариновая и хлоруксусная кислоты, целлюлоза, фенилаланин, фталат К, фенол и т. д., также дало практически полное окисление [88, 135].

Хромовокислый метод был применен почвоведами для определения углерода почвенного гумуса; получаемые результаты обычно были несколько ниже того, что давал метод сухого сжигания. Введение в окислительную смесь катализатора — соли серебра, установление определенного соотношения между компонентами, входящими в серохромовую смесь, позволили Тюрину получить результаты, приближающиеся к 100% [66, 69].

Вполне естественно, что данный метод стали применять и для определения органического углерода в природных водах; необходимым условием в данном случае является полное выпаривание исследуемого объема воды. Принцип данного способа был использован Крогом и Кейсом [116], разработавшими микрометод определения углерода в морской воде. Существенным дополнением к методике указанных авторов было введение дополнительного приема — сожжения в трубке летучих органических соединений; необходимость этой операции вполне очевидна, если вспомнить известный аналитикам-почвоведам факт постепенного побурения крепкой серной кислоты в поглотителе при определении почвенного гумуса по Кнопу. У нас впервые этот метод был применен Дацко [18] для морской воды и позже — мною для пресной воды [60]; работа по этому методу требует высокой тщательности. Принципиальным недостатком метода в применении к морской воде является предварительная обработка исследуемой пробы солями таллия (серебра) для удаления хлора; естественно, что данная операция приводит к удалению из воды всего взвешенного органического вещества, а также в какой-то мере и коллоидно-растворенного [18]. В наших определениях углерода в пресных водах подобная обработка была излишней ввиду малого содержания хлоридов в них;

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

при этом оказалось, что находящееся в трубке металлическое серебро полностью задерживает те хлориды, которые находятся в исследуемом объеме воды еще в количестве 0.3 мг [55]. Большим преимуществом данного метода является возможность пользования малыми объемами воды (10—20 мл), что облегчает ее упаривание; эта операция должна производиться при температуре не выше 60° и, еще лучше, при некотором разрежении (до 30—40 мм); здесь следует отметить, что, как показали опыты с водными вытяжками из почв, возможная потеря при обычном выпаривании на водяной бане может доходить до 20% [67].

Хотя данный метод пока не получил еще широкого применения, но в настоящее время его, очевидно, надо считать наиболее совершенным.

Определение N. Мокрое сожжение с серной кислотой, по Кьельдалю, в настоящее время является практически единственно применяемым методом определения органического N в воде. Исследования показали, что этим методом полностью не учитываются некоторые органические соединения ряда пиролла, пиридина и отдельные аминокислоты жирного ряда и совершенно не определяется азот нитрозо- и нитроазотистых соединений [137]. Осложняющим моментом в данном методе является трудность очистки серной кислоты от аммиака; возможное усовершенствование в применении к исследованию воды, очевидно, должно итти по пути применения микрометода Кьельдаля.

Определение P. Для определения количества органического фосфора необходимо знать содержание в воде минерального фосфора — фосфатов и общего фосфора; путем вычитания первого из второго находят содержание органического P (растворенного и взвешенного). Если фосфаты определяют в необработанной пробе воды, то для учета общего P необходимо предварительное окисление пробы воды. Для этого был предложен ряд окислителей: азотная кислота, перекись водорода, персульфат калия — все в сернокислой среде; однако применение их осложняло дальнейшее непосредственное определение фосфатов. Наиболее совершенным в настоящее время следует считать прием, при котором сожжение производят в выпаренной пробе воды только с серной кислотой и в присутствии катализатора — медного купороса (или без него) [7, 108]. Для предотвращения улетучивания фосфорной кислоты с парами SO_3 необходимо осторожное сожжение, а также применение специальных пробок-холодильников. Другим необходимым условием для получения точных результатов является предварительное выщелачивание фосфатов из стекла: а) склянок, где хранится вода, б) колб, в которых производится операция сожжения. Другим фактором, обусловливающим увеличение значения результатов, являются соединения мышьяка; как оказалось, 5-валентный мышьяк дает с церулеомолибдатным реактивом такое же окрашивание, как и фосфаты. Поэтому перед непосредственным определением фосфатов необходимо восстановить арсенаты в арсениты путем добавки тиомочевины или сульфита натрия; из стекла колб мышьяк также должен быть выщелочен.

При таком способе определения в группу органического P помимо растворенного и взвешенного органического P попадает и минеральный P взвешенных частиц. Однако данная форма P может оказать существенное влияние на результаты определений лишь в водах, содержащих значительное количество взвешенных частиц; для выделения из них минерального P Бруевич и Костромина рекомендуют односуточное настаивание проб воды с серной кислотой [7].

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

в) Колориметрический метод определения углерода

Изучая содержание органического углерода в морской воде Каспийского и Азовского морей, Дацко [18] наряду с вышеописанным методом применил разработанный им колориметрический метод. Последний основан на возникновении бурой окраски при обработке проб воды серной кислотой при температуре 220—225°. Возникновение окрашивания в этих условиях было установлено также и для речной воды. Оказалось, что интенсивность окраски, определенная при помощи фото-электроколориметра, пропорциональна содержанию органического углерода. Исследование данного явления на индивидуальных органических веществах показало, что окраска, развиваемая при обработке серной кислотой раствора, содержащего 1 мг гуминовой кислоты, глюкозы, пептона, гликоколя, аспарагина неодинакова и относилась, как 200 : 17.5 : 2 : 0 : 0 (в условных единицах).

Допуская, что в природных водах органические вещества, дающие при обработке серной кислотой окрашенные продукты, находятся в постоянном отношении к другим веществам, не дающим таких окрашенных продуктов, Дацко построил экспериментальным путем кривую связи между содержанием углерода и интенсивностью окраски. Такая кривая (по виду приближающаяся к прямой) была использована в качестве стандартной кривой при определении углерода в пробах с неизвестным содержанием его. Окраска не возникала в пробах воды из Гренландского моря, а также была слабой в воде Черного моря.

Очевидно, что данный метод может быть в первую очередь использован для установления различия в качественном составе органического вещества природных вод и особенно для обнаружения гумусовых веществ. Безусловно необходимо дальнейшее накопление материала.

Сопоставление с другими методами

а) Соотношение между органическим углеродом и общим содержанием органических веществ

Вполне естественно считать, что при высоком содержании в воде органического C (N) вода богата органическими веществами. Имеющийся в настоящее время аналитический материал дает возможность производить с известной степенью вероятности вычисление общего содержания имеющегося в воде органического вещества по углероду аналогично тому, как это делается в почвоведении при вычислении почвенного гумуса и в геологии при вычислении содержания органического вещества в горных породах.

Как известно, основным источником растворенного в природных водах органического вещества являются водорастворимые гумусовые соединения и планктические организмы, а также и высшая водная растительность. Согласно Асхану [81], углерод в ряде рек Финляндии составляет 46.2—54.1%, в среднем 50% всего органического вещества. Растворимые в воде фульвокислоты (креновые и апокреновые кислоты, как их называли раньше) содержат углерод по Одену [123] $<55\%$ и по Тюрину [70] — 44.5%. Таким образом, можно принимать для водорастворимого органического вещества почвенного происхождения содержание $C \cong 50\%$. Для суждения об органическом веществе планктонного происхождения имеется материал по американским озерным водам [85, 86]. В послед-

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

них производилось определение органического C, N и жиров; на основании полученного аналитического материала вычислено содержание в воде белков, жиров, углеводов и общей суммы органического вещества. Отношение найденного органического углерода к вычисленной таким образом сумме органического вещества составляло 47—48%. Аналогичный расчет, произведенный Крогом для органического вещества морской воды, дал процентное содержание в нем углерода $\cong$ 44%.

Допустимость подобного рода вычисления содержания органического вещества вод по углероду подтверждается соответствующими расчетами, производимыми химиками-почвоведами. Как известно, принятый для вычисления почвенного гумуса коэффициент, равный 1.72, был предложен еще в 70-х годах прошлого столетия на основании многочисленных определений содержания углерода в гуминовой кислоте ($\sim$58%). В последнее время Вакснан [8], исходя из содержания отдельных групп органических соединений в почвенном гумусе показал, что среднее содержание углерода в гумусе минеральных почв равно 56%.

Таким образом, можно считать, что для вычисления содержания в природных водах органического вещества по углероду следует принимать коэффициент 2.1. Эта величина близка к аналогичному отношению, найденному для органического вещества планктонных организмов и высших растений как наземных, так и водных, что, конечно, надо считать вполне естественным.

Напомню здесь, что для современных морских отложений [147] указанный коэффициент принимается равным 1.8 (C = 56%); для древних горных пород его считают равным 1.6 (C = 64%) и для каменного угля 1.4—1.05; таким образом, с увеличением возраста органического вещества содержание в нем C возрастает (проявление процесса карбонизации). Имеются все основания полагать, что приводимый здесь коэффициент для вычисления общего содержания органического вещества по углероду является более обоснованным, чем употреблявшиеся ранее приемы: 1) путем умножения веса кислорода окисляемости на 5 и более — до 21 (немецкие работы), 2) путем приравнивания веса органического вещества к весу кислорода окисляемости [40].

б) Соотношение между органическим углеродом и азотом (C : N)

Имеющиеся в настоящее время данные по содержанию в природных водах органического C и N, из которых бо́льшая часть приходится на воды Северо-Американских озер [85, 86] и значительно меньшая часть — на воды рек и морей, показывают, что величина отношения C: N колеблется между 8 и 36; наиболее часто встречаются воды с отношением C : N = 10—15. Оказывается, что большое отношение C : N характерно для вод, вытекающих из болот и имеющих желто-коричневую окраску разных оттенков. Эти воды богаты органическим веществом. Наоборот, воды с малым отношением C : N или не окрашены совсем или окрашены лишь весьма слабо — в таких водах количество органического вещества невелико и оно главным образом планктонного происхождения (автохтонное). Такое совпадение не случайно: в вероятных источниках растворенного в природных водах органического вещества отношение C : N колеблется примерно в тех же пределах: в планктонных организмах C : N = 5—7, в гумусе почв (и в современных морских грунтах) C : N = 8—12, в водных и наземных растениях C : N = 20—40 (всюду средние величины).

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Таким образом, величина отношения C : N может быть использована для генетической характеристики органического вещества природных вод; очевидно, нередки случаи, когда отношение C : N будет иметь промежуточное значение. Желательно продолжение накопления материала по данному вопросу.

Спуск в природные водоемы канализационных стоков может привести к сужению отношения C : N, как это свойственно органическим веществам животного происхождения; по мере самоочищения таких загрязненных водоемов отношение C : N будет снова возрастать.

в) Соотношение между органическим углеродом и фосфором (C : P)

Проведенные одновременные определения органического C и P в водах ряда озер [105] дают нам основание считать, что отношение C : P (как и отношение C : N) может быть использовано для характеристики природы органического вещества вод. Необходимо все же оговориться, что имеющийся материал еще весьма мал, а количество органического P обычно устанавливают по разнице между общим P и минеральным P; поэтому в группу органического P будет попадать и минеральный P взвешенных частиц. Наконец, в группу органического P обычно попадает и мышьяк (см. выше).

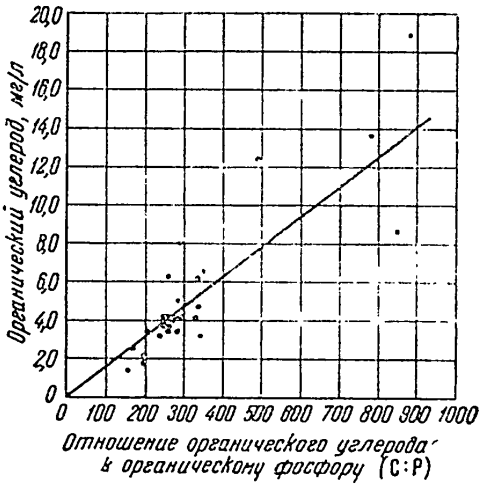


Рис. 1. Соотношение между органическим C и отношением C : P в органическом веществе вод Северо-Американских озер

На рис. 1 показано соотношение между содержанием C и вычисленным нами отношением C : P в озерных водах.

Наиболее низкое отношение (~150) найдено для озер с самым низким содержанием органического углерода; в них органическое вещество главным образом планктонного происхождения — воды не окрашены или мало окрашены. Самые высокие величины отношения C : P (>500) найдены в водах, богатых органическим веществом и по преимуществу сильно окрашенных. Отметим также, что отношение C : P в планктоне значительно меньше, чем в высших растениях. Вполне естественно, что малое отношение C : P совпадало с малым отношением C : N (10—12), и наоборот, при большом отношении C : P отношение C : N также было наибольшим (>20). И в данном случае необходимы дальнейшие исследования с учетом вышеуказанных методических особенностей.

г) Соотношение между органическим углеродом и кислородом окисляемости — см. 5. Окисляемость перманганатная

д) Соотношение между органическим углеродом и цветностью — см. 10. Определение цветности воды

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ АЛЬБУМИНОИДНОГО АЗОТА[1]

Принцип метода и оценка

К группе альбуминоидного азота относится тот азот органических соединений воды, который при кипячении и дестилляции ее с щелочным раствором марганцевокислого калия распадается с выделением аммиака [151]. Понятно, что предварительно из воды должен быть удален солевой аммиак или он должен быть определен в отдельной пробе. Последний прием предпочтительнее, так как при удалении аммиака путем дестилляции (без добавки реактивов) часто получают более высокие цифры солевого аммиака, чем это дает прямой метод, очевидно, в силу частичного распада органических соединений, и потому количество альбуминоидного азота оказывается заниженным [132].

Сопоставление с другими методами

а) Соотношение между альбуминоидным и органическим азотом N

Сопоставление результатов определения альбуминоидного азота с определениями органического азота (по Кьельдалю) показывает, что отношение $\frac{\text{N альбуминоидный}}{\text{N органический}}$ непостоянно. В табл. 2 приводятся соответствующие данные для водных растворов некоторых азотсодержащих органических соединений.

Из табл. 2 видно, что наиболее высокое отношение характерно для белка и особенно для аминокислот — первичных продуктов его распада;

Таблица 2

Отношение альбуминоидного азота к органическому азоту для различных органических веществ

$\frac{\text{N альбум.}}{\text{N органич.}}$

Вещество	N альбум / N органич.	Литература	Вещество	N альбум / N органич.	Литература
Аминокислоты разные	1 00	[151]	Желатина	0.38	[153]
Лейцин	1.00	[146]	Мочевина	1.00	[151]
»	0 89	[153]	»	0.95	[146]
Тирозин	0.82	[146]	»	0.04(?)	[153]
»	0.80	[153]	Мочевая кислота	0.11	[153]
Аспарагиновая кислота	0.92	[146]	Хинин сернокислый	0.50	[146]
» »	0.92	[153]	Кофеин	0.60	[153]
Белок	0.75	[151]	Анилин солянокислый	0.61	[146]
»	0.76	[24]	Этиламин	0.38	[146]
» яичный свежий	0 70	[118]			
» яичный разложившийся	0.50—0.57	[118]			
» яичный	0.35 (?)	[153]			

[1] В 1902 г. Винклер предложил определять взамен альбуминоидного азота так называемый протеидный азот [153], в этом методе окисление производится при помощи персульфата калия в сернокислой среде. Метод не получил широкого применения, получаемые по нему цифры выше, чем при определении альбуминоидного азота [65,153].

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

по мере же разложения белка процент альбуминоидного азота уменьшается.

Аналогичные определения, проведенные на природных водах, показали, что величина отношения $\frac{N\ альбум.}{N\ органич.}$ непостоянна; однако, как правило, в водах с малым содержанием нестойкого органического вещества это отношение в среднем $< 0.50—0.40$. В табл. 3 приводятся соответствующие данные.

Таблица 3

Отношение альбуминоидного азота к органическому азоту в пресных водах

$$\frac{N\ альбум.}{N\ органич.}$$

Вода	$\frac{N\ альбум}{N\ органич}$	Литература	Вода	$\frac{N\ альбум}{N\ органич.}$	Литература
Р. Иллинойс (США) . .	0.33—0.41	[101]	Р. Печорка	0.37—0.75	[10]
Р. Огайо (США) в среднем	0.33	[77]	Сточные воды г. Москвы, в среднем	0 60	[43]

Из табл. 3 видно, что в присутствии нестойких органических веществ сточных вод величина отношения возрастает. Такое же явление имеет место и в верхних горизонтах морей, где количество планктических организмов и их остатков во много раз больше, чем в нижележащих горизонтах, и особенно на больших глубинах. Так, согласно исследованиям [132], в водах Тихого океана отношение альбуминоидного азота к органическому азоту представляется следующим образом — см. табл. 4; в данном случае солевой аммиак определялся не из отгона, а прямым путем, поэтому и абсолютные величины альбуминоидного N не занижены, как в предыдущем случае.

Таблица 4

Средние величины отношений альбуминоидного азота к органическому азоту на различных глубинах в нескольких точках Тихого океана

Глубина в м	$\frac{N\ альбум}{N\ органич}$	Глубина в м	$\frac{N\ альбум}{N\ органич.}$
0	0.58	800	0 39
25	0.50	1 000	0 41
50	0.79	1 200	0.51
100	0.58	1 500	0.32
500	0 78	2 000	0 29

Средняя величина отношения для водной толщи выше 800 м равна 0.57 и для нижележащих горизонтов 0.40.

Натансон [122] считает, что альбуминоидный N составляет не более 50% органического N.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Эти расчеты, в свою очередь, подтверждают, что устойчивые азотсодержащие органические вещества природных вод не являются обычными белками.

б) Соотношение между альбуминоидным азотом и кислородом окисляемости

Другим коэффициентом, который может быть использован для характеристики некоторых свойств органического вещества, и в частности его устойчивости, является, как показали наши многочисленные вычисления, отношение альбуминоидного азота к кислороду окисляемости (помноженное на 10) (табл. 5).

Таблица 5

Отношение альбуминоидного азота (в мг/л) к кислороду окисляемости (в мг/л) в различных пресных водах

№ п/п	Вода	$\frac{\text{N альбум.}}{\text{O, окисл.}} \times 10$	Литература	№ п/п	Вода	$\frac{\text{N альбум.}}{\text{O, окисл.}} \times 10$	Литература
1	Речная вода + + сточная вода г. Москвы:			9	Грунтовые воды Московской обл., среднее из 42 проб . .	0.3	[5]
	а) Исходная . .	1 4		10	Грунтовые воды г Москвы — загрязненные, среднее из 24 проб . .	>1.0	[73]
	б) Спустя 10 дней	0 6		11	Артезианские воды каменноугольного горизонта г. Москвы	0.4	[73]
2	Речная вода + + планктон:			12	Болотные воды:		
	а) Исходная . . .	1.1—0.8	[54]		а) Торфяной карьер с. Косино	0.2—0.15	[60]
	б) Спустя 10 дней	0.5—0.45			б) Дегтяревское болото Свердловской обл.	0.07	25]
3	Сточные воды США:						
	а) Сырые	1.3	[64]				
	б) Очищенные . .	0 7					
4	Сточные воды Англии:						
	а) Сырые	3.3	[148]				
	б) Очищенные .	0.8					
5	Р. Москва:						
	а) Выше города	0 5—0.25	[47,52]				
	б) Ниже города у с. Перерва . .	1.0					
6	Р. Волга у г. Калинина	0.5—0 16	[6,60,23]				
	Р. Ока у г. Каширы						
7	Р. Тверца у г. Калинина . .	0.15—0.08	[23,60]				
8	Р. Иллинойс ниже г. Чикаго и р. Огайо в г. Цинцинати (США)	0.6—0 3	[101]				

Оказалось, что в пресных водах наиболее высокая величина отношения ≤ 1.0 характерна для вод, содержащих нетрансформированное све-

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

жее органическое вещество (сточные воды, планктон); в большинстве природных вод это отношение равно 0.5—0.25; наконец, в водах, богатых гумусовыми соединениями, отношение < 0.20. Отметим здесь, что окисляемость определялась по Кубелю, альбуминоидный N — после отгона солевого аммиака; таким образом, и цифры альбуминоидного N и величины отношения несколько занижены.

Указанное изменение отношения $\frac{N\ \text{альбуминоидного}}{O_2\ \text{окис. емости}} \times 10$ вполне естественно, так как степень окисления при перманганатной окисляемости выше всего в водах, богатых гумусовыми соединениями; в то же время отношение $\frac{N\ \text{альбум.}}{N\ \text{органич.}}$ в них наименьшее. В водах же, богатых свежими органическими веществами, наблюдается обратная зависимость.

Эти данные, конечно, не являются достаточными для установления каких-либо устойчивых значений коэффициента; отсюда можно лишь видеть порядок величин.

Вычисленные нами отношения для некоторых морских вод [59] (окисляемость определялась в щелочной среде) показывают, что в восточной части Средиземного моря величины отношений (помноженные на 10) колебались от 0.40 до 0.16; в Эгейском море — ниже 0.17, а в Красном море равны 0.63. В данном случае значения окисляемости несколько повышены.

И в этом случае сопоставление величин отношения $\frac{N\ \text{альбум.}}{O_2\ \text{окисл}} \times 10$, полученных для природных вод и для вод, богатых свежими органическими веществами, показывает, что природа азотсодержащих органических соединений природных вод далека от обычных белковых веществ.

Б. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОКИСЛЯЕМОСТИ

Сложность и трудоемкость определения в воде органического углерода привела еще в прошлом столетии к разработке косвенного метода определения органических веществ по окисляемости с перманганатом калия. Этим методом определяется то количество кислорода, которое затрачивается на окисление; при этом, с одной стороны, органические вещества полностью не окисляются, а с другой стороны, имеющиеся в воде неорганические восстановители и, в частности, хлориды окисляются перманганатом, что и приводит к повышенным величинам окисляемости.

Наконец, и сам окислитель — перманганат калия — в принятых условиях метода в некоторой степени разлагается.

Несовершенство методики привело к необходимости разработки новых методов определения окисляемости, и к настоящему времени помимо перманганатного метода применяются еще следующие методы определения окисляемости: бихроматный, церневый, иодатный и, наконец, хлорный (хлорное число). Для всех этих окислителей характерна высокая окисляющая способность; нормальный окислительно-восстановительный потенциал E выражен следующими величинами (в вольтах) [30, 38]:

1) $MnO_4' + 8H^{\cdot} + 5e \rightarrow Mn^{\cdot\cdot} + 4H_2O$ $\quad E = +1.50$

2) $MnO_4' + 2H_2O + 3e \rightarrow MnO_2 + 4OH'$ $\quad E = +0.54$

3) $Ce^{\cdot\cdot\cdot\cdot} + e \rightarrow Ce^{\cdot\cdot\cdot}$ $\quad E = +1.45$

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

4) $Cr_2O_7^{''} + 14H^{+} + 6e - 2Cr^{'''} + 7H_2O$ $E = +1.3$

5) $2JO_3^{'} + 12H^{+} + 10e - J_2 + 6H_2O$ $E = +1.19$

6) $HClO + H^{+} + 2e - Cl^{'} + H_2O$ $E = +1.50$

7) $ClO^{'} + H_2O + 2e - Cl^{'} + 2OH^{'}$ $E = +0.90$

Однако ни один из новых методов не оказался полностью свободным от тех недостатков, которые присущи перманганатному методу. Поэтому для учета саморазложения окислителей рекомендуется проводить так называемое холостое определение; в отношении же хлоридов или производится предварительное их удаление путем осаждения с Ag_2SO_4 или в полученные величины окисляемости вносится поправка согласно расчету. Как подробно будет показано ниже, перечисленные методы обусловливают различную степень окисления органических веществ; при этом частичную, неполную, окисляемость дают перманганатный, бихроматный (слабые растворы), церневый и хлорный методы; в то же время бихроматный (крепкие растворы) и йодатный методы обеспечивают высокую окисляемость, приближающуюся к полной.

5. ПЕРМАНГАНАТНАЯ ОКИСЛЯЕМОСТЬ

Принцип метода и его оценка

Впервые этот метод был описан Форхгаммером в 1849 г.; после был предложен ряд вариантов, и в настоящее время наиболее приняты: а) метод Кубель — Тимана — окисление в кислой среде и б) метод Шульца — окисление в щелочной среде, который применяют в тех случаях, когда содержание хлоридов в воде больше 300 мг на 1 л; получаемые результаты для природных вод близки к данным окисляемости в кислой среде. Однако и этот вариант не устраняет ошибки от наличия хлоридов при определении окисляемости в морской воде и в засоленных водах — в таких случаях при разрушении избытка хамелеона щавелевой кислотой в сернокислой среде в реакцию вступают и хлориды. Для предупреждения этого явления был предложен ряд вариантов: Руппин [134] рекомендовал применять иодистый калий, который он вносил после подкисления в колбу и в насадку на горле колбы; Аткинс [82] вводил щавелевую кислоту сразу же после окончания кипячения, а затем осторожно вносил серную кислоту; Скопинцев [49] рекомендовал вносить иодистый калий сразу же по охлаждении смеси и после этого уже добавлять кислоту; в качестве другого варианта им было предложено вести определение в нейтральной среде и затем, применяя коэффициент, пересчитывать на окисляемость в щелочной среде [51]. При наличии в воде минеральных неокисленных соединений предварительно проводится окисление на холоду.

В СССР в настоящее время Комиссией по стандартным методам исследования воды принят для пресных вод метод Кубель — Тимана — кипячение на сетке в течение 10 мин. с 10 мл 0.01 N $KMnO_4$ [63]. Согласно американским стандартным методам, рекомендуется проводить нагревание в кипящей водяной бане в течение 30 мин. с 10 мл 0.0125 N $KMnO_4$ [140]; произведенное нами сопоставление этих двух приемов на речных водах показало, что окисляемость по американским стандартам в среднем составляет 125%, а согласно Кошкину и Караспку [34], работавшим с растворами желатины и глюкозы, составляет 110—114% окисляемости

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

по Кубелю. В Англии нередко проводят определение окисляемости на холоду — так называемые трехминутная и четырехчасовая пробы.

При определении обычно рекомендуется, чтобы количество не вошедшего в реакцию перманганата было не менее 3 мл 0.01*N* раствора.

Такое разнообразие методов надо иметь в виду при оценке результатов, полученных разными авторами; особенно это относится к определению окисляемости в морской воде, где разнообразие примененных вариантов весьма велико [59].

Как это видно уже из названия, метод окисляемости дает представление лишь о том количестве кислорода, которое идет на окисление органического вещества в данных, строго соблюдаемых условиях. При этом надо иметь в виду, что перманганат сам разлагается, на что оказывают влияние: концентрации $H^{\cdot}$, OH', $KMnO_4$, $Mn^{\cdot\cdot}$ и MnO_2, время и температура нагревания. Полного окисления при этом методе не достигается, так что полученные данные используются главным образом для сравнительной оценки. Но еще в прошлом веке были предложены (главным образом немецкими исследователями) коэффициенты для вычисления общего содержания органического вещества по окисляемости; значения коэффициентов колебались следующим образом: 1 мг кислорода окисляемости соответствует 5—21 мг органического вещества [21]. Хотя полная непригодность таких коэффициентов была очевидна, однако они приводились еще недавно в некоторых немецких руководствах. Таким путем было вычислено содержание органического вещества в воде ряда рек, и вполне понятно, что эти величины были даже выше того, что давало определение потери от прокаливания.

Для оценки метода окисляемости было проведено значительное число исследований как на индивидуальных органических соединениях, так и на природных водах; их целью было установить степень их окисления при такой обработке (с учетом собственного разложения перманганата). Ниже приводится частичное их изложение (табл. 6, 7 и 8).

Таблица 6

Данные Дзядзио [20] по перманганатной окисляемости индивидуальных органических соединений
(в % от теоретических величин)

№ п/п	Вещество	Окисляемость кислая	Окисляемость щелочная	№ п/п	Вещество	Окисляемость кислая	Окисляемость щелочная
1	Глюкоза	52	72	9	Гиппуровая кислота	1.5	1,5
2	Мальтоза	42	60	10	Мочевая кислота	49	87
3	Сахароза	67	64	11	Гликоколь	0	31
4	Фенол	85	90	12	Аланин	0	37
5	Бензойная кислота	0	0	13	Лейцин	0	15
6	Янтарная кислота	0	0	14	Пептон	29	27
7	Декстрин	12	27	15	Сточные воды г. Одессы[1]	21—31	19—32
8	Креатинин	25	13				

[1] Вычислено по отношению к податной окисляемости.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Таблица 7

Данные Скопинцева и Михайловской [56] по перманганатной окисляемости индивидуальных органических соединений (в % от теоретических величин)

№ п/п	Вещество	Окисляемость		
		кислая	щелочная	нейтральная
1	Маннит	57	63	5
2	Сахароза	33	38	1
3	Глюкоза	42	52	4
4	Картофельная мука:			
	а) 5 мг/л	10	31	4
	б) 2.5 мг/л	20	31	7
5	Молочная кислота	5	15	3
6	Лимонная кислота	62	7	16
7	Аспарагин	8	5	0
8	Гистидин	19	42	39
9	Тирозин	85	45	41
10	Пептон	15	25	19
11	Белок куриный	3	4	8
12	Гуминовая кислота, щелочной раствор.			
	а) 0.6 мг/л	64	56	20
	б) 1.8 мг/л	59	37	9

[1] Концентрации растворов указанных веществ колебались от 0.6 до 6.0 мг/л

Таблица 8

Данные Грибблата [16] по перманганатной окисляемости индивидуальных органических соединений (в % от теоретических величин)

№ п/п	Вещество[1]	Окисляемость, кислая	№ п/п	Вещество[1]	Окисляемость, кислая
1	Арабиноза	50	13	Олеиновая кислота	2
2	Ксилоза	53	14	Стеариновая »	7
3	Глюкоза	56	15	Гликоколь	4
4	Галактоза	60	16	Аланин	4
5	Фруктоза	52	17	Тирозин	100
6	Мальтоза	35	18	Цистин	36
7	Лактоза	36	19	Аспарагин	0
8	Сахароза	49	20	Гистидин	9
9	Раффиноза	49	21	Триптофан	78
10	Глицерин	38	22	Мочевина	0
11	Маннит	58	23	Мочевая кислота	22
12	Уксусная кислота	0.05	24	Желатина	28

[1] Концентрация раствора указанных веществ соответствует 5.5 мг/л.

Согласно Кольтгоффу [29], жирные кислоты за исключением муравьиной не окисляются перманганатом, сахара окисляются частично (с образованием уксусной кислоты) и ароматические соединения окисляются.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

неполностью. Наблюдающиеся различия в результатах определения окисляемости одних и тех же веществ обусловлены и различием исходного материала и неодинаковостью исследованных концентраций.

Из приведенных данных видно, что в условиях метода наибольшие величины окисляемости найдены при обработке в щелочной среде, но все же полного окисления не достигнуто ни в одном случае.

Особенно низкие величины окисляемости характерны для ряда органических веществ, которые легко разрушаются биохимическими агентами,— белки, жирные кислоты; в то же время те соединения, которые стойки в биохимическом отношении, наиболее полно окисляются перманганатом — гуминовая кислота,[1] фенол, тирозин. Подтверждением высокой степени окисления гумусовых веществ при пользовании методом Кубеля служит известный факт, что после окисления воды становятся бесцветными.

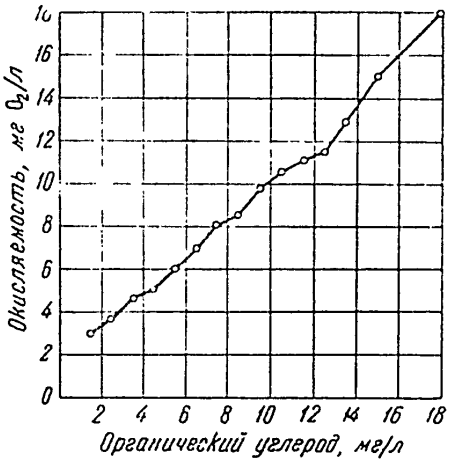


Рис. 2. Соотношение между кислородом окисляемости и органическим углеродом по данным анализа 282 проб поверхностной озерной воды (по Джеди и Бёрджу) [106]

К такому же выводу приходит микробиолог Новобранцев [39], который считает, что методом Кубеля в основном определяются те органические вещества, которые лишь частично используются бактериями в качестве источника углерода. На легкую окисляемость гуминовой кислоты щелочным раствором перманганата указывает Шмук [69], который объясняет этот факт ненасыщенностью кислоты. Полного окисления почвенного гумуса перманганатом удается достигнуть путем применения более высоких концентраций $KMnO_4$ и серной кислоты при более продолжительном нагревании; такой прием был в свое время предложен Ищерековым для количественного определения в почве гумуса взамен метода элементарного анализа [14].

Для оценки метода окисляемости органических соединений природных вод проводились параллельные определения окисляемости и органического углерода или бихроматной окисляемости.

Параллельные определения окисляемости (в кислой среде) и органического углерода в больших количествах были проведены на 282 пробах нефильтрованных вод висконсинских озер [106]; на рис. 2 приведена кривая соотношения между углеродом и кислородом окисляемости, полученная при этих исследованиях.[2] Среднее содержание органического углерода в этих 282 пробах равно 8.7 мг С/л, а средняя окисляемость равна 9.0 мг O_2/л.

Оказывается, что число миллиграммов кислорода окисляемости почти равно числу миллиграммов углерода в 1 л; при окисляемости $\leqslant$ 11 мг O_2/л

[1] Здесь необходимо подчеркнуть, что таким образом белки почвенного гумуса окисляются данным методом значительно полнее, чем белки животные и растительные— этот факт лишний раз указывает на различие их природы.

[2] Кривая построена на основе средних величин из 282 проб.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

отношение $\frac{O_2 \text{ окисляемости}}{C \text{ органическому}}$ несколько больше 1.0, а при окисляемости >11 мг O_2/л это отношение несколько меньше 1.0; возможно, что это результат того, что при большем содержании органических веществ окисление происходит менее полно. Все же надо иметь в виду, что в отдельных случаях наблюдались значительные отклонения указанного соотношения от 1.0; для 99 отдельных определений имело место следующее:

Величина отношения равна	0.6—0.8	в 9 случаях, или 9%		
» » »	0.8—1.0	» 37 »	» 37%	72% 92%
» » »	1.0—1.2	» 35 »	» 35%	
» » »	1.2—1.6	» 11 »	» 11%	

Если же взять воды с близкой окисляемостью (от 0.7 до 1.6 мг O_2/л), но относящихся к озерам различного типа, то можно установить следующую тенденцию: в олиготрофных озерах это отношение близко к 1.0, а в эвтрофных озерах оно несколько меньше.

В проведенных нами параллельных определениях окисляемости (в кислой среде) и органического углерода в ряде вод Московской области [60] отношение $\frac{O_2 \text{ окисляемости}}{C \text{ органическому}}$ равно в среднем 1.1 при колебаниях от 0.6 до 1.6. Самая низкая величина отношения равна 0.6, и она была найдена в опытной воде, куда был внесен отмерший планктон; самые высокие величины отношения были найдены в водах, богатых гумусовыми веществами (имеющими высокую цветность). Для водной вытяжки из подзолистой почвы Подмосковья [22] величина отношения равна 1.5.

Таким образом, создается определенное впечатление, что в водах, содержащих значительное количество «свежего», нетрансформированного органического вещества, величина рассматриваемого отношения меньше 1.0; в водах же, богатых стойкими органическими веществами (например, гумусовые соединения), это отношение больше 1.0. Исходя из средней величины отношения 1.0 и допуская, что по содержанию C, O и H органические вещества природных вод близки к углеводам (см. стр. 71), вышеупомянутые исследователи [106] считают, что при помощи метода Кубеля окисляется около 40% всей органической материи ($\frac{1 \times 12}{32} \times 100$). Такой вывод, конечно, надо считать условным, так как, во-первых, часть углерода может быть уже окислена, а, во-вторых, часть кислорода может расходоваться и на другие элементы, входящие в состав органических веществ.

Применяя аналогичный расчет к нашим данным, находим, что при величине отношения, меньшей 1.0 и равной 0.6 (что характерно для вод, богатых свежими органическими веществами), окисляется около 20% $\left(\frac{0.6 \times 12}{32} \times 100\right)$. При величине отношения, большей 1.0 и равной 1.6 (гумусовые воды), окисляется около 60% $\left(\frac{1.6 \times 12}{32} \times 100\right)$. Эти величины хорошо согласуются с теми результатами определения окисляемости индивидуальных органических веществ, которые приведены выше; наименьшая степень окисления была найдена для белков и жирных кислот, наибольшая — для гумусовых соединений.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Таблица 9

Сравнение окисляемости перманганатной и бихроматной на различных водах

Озеро и дата взятия пробы	Литература	Тип озера	Окисляемость мг O_2/л			Объект	Литература	Окисляемость мг O_2/л		
			перманганатная (а)	бихроматная (б)	$\frac{а}{б} \times 100$			перманганатная (а)	бихроматная (б)	$\frac{а}{б} \times 100$
Белое, среднее за год . . .	[12]	Эвтрофное	—	—	31	Водная вытяжка из почв				
Черное, среднее за год . .	[12]	Дистрофное	—	—	43					
Коломна, VII 1935	[19]	Эвтрофное	10.6	29.9	35	а) Чернозем .		—	—	56
Шитово, VIII 1935	[19]	»	5.4	20.3	27	б) Солончак .		—	—	59
Белое, VII 1935	[19]	»	11 3	36.6	31	в) Подзол	[31]	—	—	41
Иявочное, VII 1935	[19]	Дистрофное	23.7	57.2	41	г) Солонец		—	—	74
Торфяной карьер, VIII 1936	[39]	—	121.5	276.5	44	д) Болотная		—	—	47
						Водные вытяжки из 27 образцов разных почв	[67]	—	—	35—79 в среднем 53
						Сточная вода на первой стадии очистки (средние величины)	[44]	—	—	30

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6
Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Значительное число сравнительных определений перманганатной и бихроматной окисляемости было проведено в нашей стране; как будет показано в соответствующем разделе, при помощи последнего метода и в присутствии солей серебра в среднем окисляется более 90% наличного органического вещества природных вод; таким образом, данный метод может служить в качестве критерия при оценке перманганатной окисляемости. Некоторые результаты сравнения приведены в табл. 9.

Из этих данных мы видим, что перманганатная окисляемость составляет 40% и больше окисляемости бихроматной и в водах, богатых гумусовыми соединениями, и в почвенных вытяжках; в то же время в водах высокопродуктивных озер (эвтрофные озера) данное отношение $< 40\%$.

Из всех приведенных выше рассуждений можно сделать вывод, что перманганатная окисляемость обеспечивает наименьшую степень окисления в водах, богатых свежими, нетрансформированными органическими веществами — типа белков и жиров ($< 40\%$); наибольшая степень окисления достигается в водах, богатых стойкими органическими веществами ($> 40\%$). Таким образом, в первой группе вод число миллиграммов кислорода окисляемости в 1 л (по Кубелю) будет несколько меньше числа миллиграммов углерода в 1 л; а во второй группе вод число миллиграммов окисляемости будет несколько больше числа миллиграммов углерода.

Что касается определений окисляемости в морской воде, то в данном случае еще трудно произвести хотя бы даже предварительную оценку перманганатного метода ввиду практически полного отсутствия аналитического материала по параллельному определению окисляемости и органического углерода. Однако можно считать, что иодометрический вариант определения щелочной окисляемости дает для природных вод, бедных органическими веществами, практически те же результаты, что и метод Кубеля [49, 56].

Исходя из природы органического вещества, можно полагать, что в морской воде при помощи данного метода в среднем окисляется около 40% имеющегося органического вещества; вполне естественно, что в отдельных случаях могут быть и отклонения в обе стороны.

Сопоставление с другими методами

а) Соотношение между кислородом окисляемости и органическим углеродом и общим содержанием органического вещества

Как уже было сказано выше, в водах число миллиграммов кислорода окисляемости в среднем близко к числу миллиграммов органического углерода, и можно принять, что это отношение в среднем равно 1.0 ($1.0 \pm \pm 0.1$). Таким образом, мы имеем возможность получить хотя бы ориентировочное представление о содержании в воде органического углерода; принимая же, что углерод составляет около 50% всей массы органического вещества, можно по кислороду окисляемости вычислить и содержание органического вещества путем умножения кислорода окисляемости на 2.0 (2.0 ± 0.2). В литературе имеются указания, что для вычисления содержания органического вещества в морской воде надо величину окисляемости в мг O_2/л умножить на 2.5 (средний коэффициент) [120] и на 2.38 [89].

Однако надо иметь в виду, что в отдельных случаях, а именно при отклонении от среднего состава органических веществ, указан-

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

ное соотношение $\frac{O_2 \text{ окисляемости}}{C \text{ органический}}$ может отклоняться на $\pm 50\%$. Естественно, что такое положение будет иметь место и по отношению к вычислению общего содержания в воде органических веществ. Указанное отклонение имело место в водах, богатых свежими, нетрансформированными органическими веществами, и в водах, богатых гумусовыми соединениями.

б) Соотношение между альбуминоидным азотом и окисляемостью

Этот вопрос освещен в методе — Определение альбуминоидного азота; как там было показано, величина отношения менялась в зависимости от биохимической стойкости органического вещества. Таким образом, представляется возможность по величине данного соотношения судить об этом свойстве органических веществ.

в) Соотношение между биохимическим потреблением кислорода и окисляемостью

Этот вопрос освещен в методе — Определение БПК; и в данном случае по величине отношения представляется возможность судить о стойкости органических веществ.

г) Соотношение между цветностью и окисляемостью

Как об этом подробно говорится в методе — Определение цветности, величина соотношения между O_2 окисляемости и цветностью дает возможность судить о происхождении органических веществ.

6. ЦЕРИЕВАЯ ОКИСЛЯЕМОСТЬ

Принцип метода и его оценка

Высокая окислительная способность сульфата церия, устойчивость его растворов при кипячении, а также образование при восстановлении только одного продукта — трехвалентного сернокислого церия — послужили основанием для применения данного реагента в качестве окислителя взамен перманганата. Особенно выявляется преимущество сернокислого церия в условиях окисления в кислой среде избытком окислителя и при температуре кипения [29].

Однако, как показали специальные исследования [29], и сернокислый церий (подобно перманганату) даже при высоких концентрациях реагента и в сильно кислой среде не окисляет полностью все органические соединения (в водных растворах); хлориды также повышают окисляемость.

В работе Островской [42] приведены результаты определения церневой окисляемости ряда органических соединений, выполненных в условиях, приближающихся к условиям перманганатного метода Кубеля: 100 мл исследуемого раствора + 10 мл 0.01 *N* раствора сульфата церия + 10 мл концентрированной серной кислоты при 15-минутном кипячении (табл. 10).

Сравнение этих данных со степенью окисления по методу Кубеля показывает на близость полученных результатов: оксикислоты жирного ряда окисляются почти в одинаковой степени, уксусная и янтарная кислоты не окисляются, мочевая кислота и глюкоза — частично, аминокислоты — очень мало, соединения ароматического ряда окисляются в значительной степени.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Таблица 10

Перневая окисляемость отдельных органических веществ (в % от расчетных величин, по Островской [12])

№ п/п	Вещество [1]	Степень окисления, %	№ п/п	Вещество [1]	Степень окисления, %
1	Виннокаменная к-та	60	8	Салициловая к-та . .	70
2	Молочная »	32	9	Глюкоза	26
3	Уксусная »	0	10	Гликоколь	10
4	Янтарная »	0	11	Аланин	5
5	Лимонная »	53	12	Аспарагин	0
6	Мочевая »	31	13	Орцин	72
7	Бензойная »	19	14	Пирогаллол	74

[1] Для определения брались 5 мл 0.01 *N* раствора + 95 мл дистиллированной воды.

В этой же работе, а также и в несколько ранее опубликованной статье Безель [3] приводятся результаты сравнительного определения окисляемости различных вод по методу Кубеля и при помощи сернокислого церия в условиях, близких к первому методу.

Цериевую окисляемость Безель проводила следующим образом: 100 мл испытуемой воды + 5 мл серной кислоты (1 : 3) +10 мл 0.05 *N* сернокислого церия при 10-минутном кипячении. Автором получены следующие результаты (в % перманганатной окисляемости):

1) Грунтовые и подземные воды, 15 проб . . от 55 до 167%, среднее 93%
2) Воды озер и рек, 15 проб . . . . . от 60 до 118%, среднее 78%
3) Вытяжка из торфа, 6 проб . . . . . от 32 до 66%, среднее 58%
4) Хозяйственная сточная вода, 10 проб . . от 67 до 88%, среднее 76%

Абсолютные значения перманганатной окисляемости были в пределах от 1.9 до 13.8 мг O_2/л.

Согласно определениям Островской,[1] церневая окисляемость грунтовых и речных вод, а также и вытяжек из почв по отношению к перманганатной окисляемости в среднем составляла 89%; крайние величины колебались от 70 до 108%. Абсолютные значения перманганатной окисляемости были в пределах от 1.04 до 13.1 мг O_2/л.

Оба автора, отмечая, что цериевая окисляемость дает несколько меньшие результаты, чем перманганатная, считают, что это объясняется отсутствием самопроизвольного разложения сульфата церия; однако это предположение данными опытами не подтверждено. Здесь требуются дальнейшие исследования, в результате которых должны быть: а) стандартизованы 1) количество и концентрация применяемой кислоты, 2) кислотность и концентрация раствора сернокислого церия, 3) количество и оптимальный избыток сернокислого церия, 4) время кипячения; б) выяснены роль хлоридов и влияние разведения; в) установлена степень окисления путем сопоставления с методом, дающим полное окисление.

[1] Описание метода приведено выше.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

7. ХЛОРНАЯ ОКИСЛЯЕМОСТЬ (ХЛОРНОЕ ЧИСЛО)[1]

Принцип метода и оценка

Применение хлора (в виде хлорной извести) для определения относительного содержания в воде органических веществ впервые было предложено Залесским и Эльмановичем [26]. По этому методу к 100 мл испытуемой воды добавляют смесь известкового молока и хлорной извести, кипятят 10 мин. и в конечном результате определяют количество хлора, израсходованного на окисление.

Параллельные определения перманганатной окисляемости и хлорного числа в природных водах показали, что имеется известный параллелизм в получаемых результатах; внесение в воду белка или продуктов его распада приводило к резкому увеличению хлорного числа; внесение углеводов обусловливало сильное возрастание окисляемости.

Позже, Фробезе [124] несколько изменил метод Залесского и Эльмановича, и теперь метод применяется именно в этой модификации: 100 мл испытуемой воды кипятят 10 мин. с 20 мл раствора гипохлорита Na или K (жавелевая вода) — 0.02 *N* по гипосульфиту и 0.05 *N* по кислоте.

Данные по определению хлорной окисляемости (или, как называют, хлорного числа) индивидуальных органических соединений приведены в диссертации Гриблата [16] (табл. 11); помещенные в таблице величины хлорной окисляемости представляют собой процентное отношение потреб-

Таблица 11

Хлорная окисляемость (хлорное число) отдельных органических веществ в % от расчетных величин и отношение хлорной окисляемости к перманганатной окисляемости (по Гриблату [16])

№ п/п	Вещество[1]	Хлорная окисляемость, %	Отношение окисляемостей: хлорной к перманганатной	№ п/п	Вещество[1]	Хлорная окисляемость, %	Отношение окисляемостей: хлорной к перманганатной
1	Арабиноза . . .	42	3.7	14	Уксусная к-та	0.9	70
2	Ксилоза	39	3.2	15	Олеиновая » . .	0	0
3	Глюкоза	34	2.7	16	Стеариновая » . .	0	0
4	Галактоза . .	39	3.4	17	Гликоколь . . .	151	173
5	Фруктоза	45	3.9	18	Аланин	54	61
6	Мальтоза . . .	24	3.1	19	Тирозин	124	5
7	Лактоза	31	3.7	20	Цистин	79	9
8	Сахароза . . .	28	2.5	21	Аспарагин . . .	54	14
9	Рафиноза . .	22	2	22	Гистидин	72	34
10	Глицерин	8	0.9	23	Триптофан . .	98	5
11	Маннит	9	0.7	24	Мочевина . . .	131	34
12	Декстрин	—	1.7	25	Мочевая к-та . .	114	23
13	Крахмал . . .	—	1.4	26	Желатина	73	36

[1] Концентрация раствора указанных веществ соответствует 5.5 мг/л.

[1] Здесь совершенно не обсуждаются методы так называемого хлоро- или бромо- или иодопотребления, в которых окисление происходит в условиях продолжительного контакта на холоду. Получаемые при этом результаты дают представление о наличии в воде легко окисляющихся соединений, количество которых в обычных природных водах не велико.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

ленного хлора к вычисленному (по эквивалентному количеству кислорода, идущего на полное окисление). В последней графе той же таблицы приведены величины отношения

$$\frac{\text{хлорная окисляемость в мг Cl/л}}{\text{перманганатная окисляемость в мг } O_2\text{/л}}.$$

Согласно другим исследованиям [117], кислоты жирного ряда, как пропионовая, масляная, изовалериановая и бензойная, имеют большое хлорное число.

Из этих данных вполне очевидно, что белки, продукты их распада и жирные кислоты окисляются хлором значительно больше, чем углеводы, окисление которых, по опытам автора, не превышало 45%. Оценка хлорной окисляемости в отношении органических веществ природных вод не может быть произведена ввиду отсутствия соответствующих данных; ниже будет приведено сопоставление данного метода с перманганатной окисляемостью, полученное для речных вод, что в некоторой степени восполняет этот пробел.

Весьма целесообразно применение метода хлорной окисляемости для морской воды — имея в виду высокое содержание хлоридов в ней.

Сопоставление с другими методами

а) Соотношение между хлорной и перманганатной окисляемостью

Как уже было отмечено выше, еще Залесский и Эльманович обратили внимание на эффективность параллельного определения хлорной и перманганатной окисляемости. При этом оказалось, что параллельный ход обеих окисляемостей в природных водах нарушался при введении белков или продуктов их распада и углеводов; в первом случае резко увеличивалась хлорная окисляемость, во втором — перманганатная окисляемость. Приведенные в табл. 11 величины соотношений $\frac{\text{хлорной окисляемости в мг Cl/л}}{\text{перманганатной окисляемости в мг } O_2\text{/л}}$ наглядно объясняют такое положение.

Величина данного соотношения в воде р. Эльбы увеличивалась от 2.7—3.2 до 6.4 в присутствии пептона, и до 20 в присутствии продуктов распада белка и уменьшалась до 2.4—2.0 в присутствии крахмала [111, 125]. В нижнем течении р. Эльбы величина соотношения в течение всего года менялась от 2.5 до 4, причем наибольшие значения приходились на зимние месяцы (очевидно, ввиду замедления процессов самоочищения в этот период) [83]. В Западной Двине в районе г. Риги величина соотношения в осенне-зимние месяцы была равна 3.0—3.5 [121]. Интересно, что летом в эвтрофном озере величина соотношения значительна; так, согласно данным Новобранцева [39], применявшего метод Эльмановича, интересующее нас соотношение в воде Белого озера было близко к 7, а в воде торфяного карьера — всего лишь около 2.0.

Таким образом, очевидно, что параллельное определение хлорной и перманганатной окисляемости может оказаться очень полезным для качественной характеристики органического вещества природных вод.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

8. БИХРОМАТНАЯ ОКИСЛЯЕМОСТЬ

Принцип метода и его оценка

Некоторыми авторами были проведены исследования, имевшие целью установить возможность замены перманганатной окисляемости бихроматной окисляемостью. Согласно наблюдениям Островской [41], при обработке природных вод 0.01*N* раствором бихромата калия в присутствии 25 мл концентрированной серной кислоты полученные величины практически сходились с перманганатной окисляемостью. Находящиеся в воде хлориды также увеличивали окисляемость.

Более многочисленны исследования возможности применения бихромата калия или хромового ангидрида в смеси с концентрированной серной кислотой для полного окисления разнообразных органических соединений; показано, что этот прием особенно эффективен при дополнительном введении в качестве катализатора сернокислого серебра.

Фелленберг [93] проводил окисление различных органических соединений (взятых в твердом виде[1]) при помощи смеси, состоящей из 10 мл 0.1*N* раствора бихромата и 20 мл крепкой серной кислоты при 15-минутной обработке; избыток бихромата определялся иодометрически; сернокислое серебро не применялось. Им получены следующие результаты:

а) жирные кислоты окисляются полностью до CO_2 или только до уксусной кислоты, причем последняя не окисляется; многие оксикислоты окисляются до CO_2, но щавелевая кислота не окисляется совсем, а янтарная — в малой степени;

б) растворимые углеводы и многоатомные спирты окисляются полностью до CO_2;

в) ароматические кислоты окисляются почти полностью;

г) аминокислоты — гликоколь и аланин — почти совсем не окисляются, а тирозин окисляется почти полностью;

д) белки окисляются не полностью.

Симон [138], проводивший окисление смесью, состоящей из 12—15 мл концентрированной серной кислоты, 4 г хромового ангидрида и 12 г хромовокислого серебра, получил полное окисление жирных кислот, в том числе уксусной и щавелевой, до CO_2; это было установлено как путем учета выделяющейся угольной кислоты, так и путем определения избытка бихромата. Полностью окислялись также исследованные им оксикислоты, ароматические кислоты, производные ароматических углеводородов и графит.

Дзядзио [20] применила метод Тюрина (см. ниже) и получила результаты, несколько отличающиеся от приведенных выше (табл. 12).

Таким образом, методом бихроматной окисляемости в присутствии солей серебра удается достичь практически полного окисления большого числа органических соединений, за исключением белков животного происхождения и ряда аминокислот.[2]

Работами Косинской лимнологической станции [11] было показано, что органическое вещество ряда водных организмов может быть окислено бихроматным методом в присутствии сернокислого серебра при нагревании на водяной бане в течение 2 час. в среднем на 80%; повидимому,

[1] В таком же виде были вещества и в других нижеописанных исследованиях.

[2] Однако, как будет показано ниже, белковоподобные соединения органических веществ природных вод окисляются значительно полнее.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Таблица 12

Бихроматная окисляемость отдельных органических веществ, по Дзядзио (в % от вычисленной окисляемости)

№ п/п	Вещество	Процент окисления	№ п/п	Вещество	Процент окисления
1	Глюкоза	93	9	Гиппуровая к-та . .	24
2	Мальтоза	86	10	Мочевая » . .	80
3	Сахароза	92	11	Гликоколь	0
4	Фенол	87	12	Аланин	21
5	Бензойная к-та . . .	74	13	Лейцин	12
6	Янтарная » . . .	73	14	Пептон	66
7	Декстрин	91	15	Сточные воды г. Одессы	41—81
8	Креатинин	57			

неполнота окисления в данном случае обусловлена богатством исследованных объектов белковыми веществами.

Особенно значительно число работ, посвященных применению данного метода к определению почвенного гумуса; в настоящее время широко применяется метод Тюрина [69], по которому окисление производится смесью 0.4*N* бихромата калия и крепкой серной кислоты (1 : 1) в присутствии сернокислого серебра при 5-минутном кипячении при 140—180°. Получаемая при этом степень окисления составляла для 13 почв в среднем 93% (89—97%) полного окисления, вычисляемого по содержанию органического углерода [68]; эти отклонения Тюрин объясняет как разной устойчивостью почвенного гумуса к окислению, так и различной степенью его внутренней окисленности.[1]

Применяя этот метод к выпаренным досуха водным вытяжкам для разных почв, Тюрин и его сотрудники [67] нашли, что количество углерода, определенное данным объемным методом, составило (по расчету израсходованного кислорода) от 81 до 105%, в среднем 94%, метода мокрого сожжения. Такое положение авторы объясняют главным образом повышенной внутренней окисленностью воднорастворимых соединений почвенного гумуса. Количество углерода, определенное по выделенной CO_2, равно 92—102%, в среднем 98%.

Указанное обстоятельство особенно приходится иметь в виду при вычислении величин полной окисляемости органических веществ в природных водах по органическому углероду. К сожалению, нам неизвестны такие работы, где бы проводилось параллельное определение и органического углерода и полной хромовокислой окисляемости. Выполнение их позволило бы в известной степени подойти к познанию внутренней структуры органического вещества природных вод.

Особенный интерес представляют произведенные Фатчихиной параллельные определения бихроматной и иодатной окисляемости вод некоторых озер (личное сообщение); как это показано ниже, иодатный метод обеспечивает полное окисление органических веществ.

---

[1] Условно принимается, что в почвенном гумусе соотношение C, H и O такое же, как и в углеводах; однако в действительности может иметь место и пониженная окисленность, когда содержание O меньше, а H больше, чем в углеводах; при повышенной окисленности положение обратное.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Фатчихиной получены следующие данные (в мг O_2/л):

	По бихроматному методу	*По иодатному методу*
Черное озеро от 17.4.40	32.3	32.4
» » » 13.11.40	34.8	32.2
Белое озеро » 22.11.40	35.0	32.6

Сопоставляя эти результаты с вышерассмотренными данными по определению бихроматной окисляемости в почвах и в водных вытяжках из почв, видим, что стабильные органические вещества природных вод почти нацело окисляются бихроматом. Таким образом, те белковоподобные вещества, которые входят в состав указанных органических веществ, окисляются при этом значительно полнее, чем животные и растительные белки.

Применение в данном методе в качестве катализатора сернокислого серебра имеет также положительное значение при наличии в исследуемых водах небольшого количества хлоридов, связывая последние в виде нерастворимого хлористого серебра.

9. ИОДАТНАЯ ОКИСЛЯЕМОСТЬ

Принцип метода и его оценка

Окисление органических веществ иодатом калия в кислой среде при нагревании основано на том, что в их присутствии иодат разлагается, выделяя кислород

$$5KJO_3 = 5KJ + 15O.$$

Образующиеся при этом 5 молекул иодистого калия реагируют с 1 молекулой иодата, приводя к образованию свободного иода

$$5KJ + KJO_3 + 3H_2SO_4 = 3K_2SO_4 + 3H_2O + 3J_2.$$

В конечном итоге реакция протекает по следующей схеме:

$$6KJO_3 + 3H_2SO_4 = 3K_2SO_4 + 3H_2O + 3J_2 + 15O.$$

Таким образом, 6 молекул иодата освобождает 15 атомов кислорода, которые окисляют углерод до CO_2, водород — до H_2O, азот — до NH_3, серу — до серного ангидрида, хлориды и бромиды — до хлористого и бромистого водорода, иодиды — до свободного иода [141].

Результаты окисления иодатом отдельных органических соединений помещены в табл. 13.

Такие благоприятные результаты дали основание ряду авторов [143, 141] считать, что при иодатном методе полностью окисляется бо́льшая часть органических соединений; не окисляются лишь те, которые не сгорают и при методе Кьельдаля, т. е. нитросоединения, гидразоны и т. д.

В 1938 г. Дзядзио [20] использовала принцип данного метода для разработки способа, позволяющего получить полное окисление городских сточных вод.

Исходя из приведенных данных, а также учитывая те результаты окисления, которые дает бихроматная окисляемость, естественно полагать, что иодатный метод обеспечит полное окисление и органических веществ природных вод. При наличии в воде хлоридов необходимо в полу-

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

ченные величины окисляемости вводить поправку согласно расчету. И в этом случае (как и для бихроматной окисляемости) наиболее актуальной задачей является разработка микрометода, позволяющего пользоваться малыми объемами воды, что чрезвычайно упрощает предварительную операцию концентрирования исходной воды (путем упаривания). В данном отношении интерес представляют исследования: а) Уильямса и его сотрудников [152], которые работали с 4—0.4 мг вещества, и б) Гуревича и др. [17], которые работали с 5—0.1. мг вещества.

ФИЗИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

Среди методов, относящихся к данной группе, особенный интерес должны представлять оптические измерения, которые могут оказаться особенно ценными при изучении природы органического вещества пресных и морских вод, как это с полной очевидностью установлено в отношении многих известных органических соединений.

10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦВЕТНОСТИ ВОДЫ

Принцип метода и его оценка

Как известно, чистая дестиллированная вода, некоторые воды суши (артезианские, воды горных источников, горных озер и т. д.), а также и морская вода совершенно бесцветны.[1] И лишь в толстом слое (свыше 1 м) отчетливо выявляется голубое-синее окрашивание этих вод, что обусловлено, с одной стороны, значительным поглощением длинноволновой части видимого спектра и, с другой, молекулярным рассеянием лучей коротковолновой его части.

Но в то же время многие воды суши (грунтовые, речные, торфо-болотные и т. д.) имеют окраску от желтой до бурой. Этот цвет обусловлен главным образом наличием в таких водах гумусовых соединений (истинно растворенных и коллоидных).

Таким образом, представилась возможность использовать окраску — цвет этих вод для определения содержания в них гумусовых соединений. Этот метод получил название «определение цветности воды», который производится путем сопоставления цвета профильтрованной испытуемой воды с цветом специально изготовленной платиновокобальтовой или иной минеральной шкалы [63, 140]. Как показали исследования, при разбавлении таких вод цветность в них меняется согласно закону Бэра; отступление наблюдается лишь при очень большом разведении [104]. Результаты таких измерений выражают в градусах цветности: 1 градус такой шкалы отвечает цвету раствора, содержащего в 1 л 1 мг платины (входящей в состав хлороплатината калия).[2]

Здесь необходимо еще раз отметить, что определения цветности должны проводиться визуально и в соответствующих стандартных цилиндрах. Применение в данном случае фотоколориметрических

[1] Во всех этих случаях, а также и в описываемых ниже предполагается, что воды совершенно прозрачны и не содержат взвешенных частиц.

[2] Цвет нефильтрованных природных вод может совершенно отличаться от цвета такой шкалы, так как в данном случае к окраске растворенных соединений прибавляется цвет коллоидных и взвешенных частиц (гидроокись железа и марганца, терригенные взвеси, детрит, планктонные организмы и т. д.). В таком случае измеряется цвет столба воды в самом водоеме путем сопоставления его со шкалой Фореля — Уле [63].

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Таблица 13

Результаты определения податной окисляемости отдельных органических веществ (в % от теоретических величин)

№ п/п	Вещество	Степень окисления, %	№ п/п	Вещество	Степень окисления, %
	А. По Дзяджио [20]				
1	Глюкоза	100	8	Креатинин	99
2	Мальтоза	99	9	Гиппуровая к-та	~100
3	Сахароза	101	10	Мочевая »	~100
4	Фенол	100	11	Гликоколь	97
5	Бензойная к-та	103	12	Аланин	95
6	Янтарная »	100	13	Лейцин	95
7	Декстрин	99	14	Пептон	100
	Б. По Гуревичу и другим [17]				
1	Парафин	95—101	7	Пентан	87—97
2	Веретенное масло		8	Окись углерода	97—101
3	Керосин		9	Метан	2—3
4	Бензин				
5	Петролейный эфир				
6	Бензол				
	В. По Штребингеру [143]				
1	Винокаменная к-та	99	13	Трихлорфенол	~100
2	Янтарная »	~100	14	Триодфенол	101
3	Маннит	~100	15	Оксамид	~100
4	Пальмитиновая к-та	102	16	Карбамидоксалат	99
5	Лимонная »	~100	17	Нитробензойная к-та	Результаты сильно отличаются от расчетных
6	Салициловая »	~100	18	Динитротолуол	
7	Бензойная »	~100	19	Нитрофенол	
8	Диоксибензол	~100	20	Нитроанилин	
9	Нафтол	99	21	Диэтилсульфон-диметилметан	~100
10	Коричная к-та	~100	22	Амидобензолсульфокислота	~100
11	Фталевая »	99			
12	Трибромфенол	~100			
	Г. По Станеку и Немесу [141]				
1	Сахароза	~100	9	Минеральное масло	~100
2	Щавелевая к-та	~100	10	Аспарагин	~100
3	Глютаминовая к-та	~100	11	Глютамин	~100
4	Ацетат Na	~100	12	Цистин	~100
5	Винная к-та	~100	13	Ванилин	~100
6	Лимонная »	~100	14	Монохлоруксусная к-та	~100
7	Оливковое масло	~100	15	Пара-дихлорбензол	~100
8	Маннит	~100	16	Монобромнафталин	~100

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

измерений, как это было предложено Гусинской [17а], принципиально невозможно, так как, во-первых, гумусовые вещества природных вод не представляют собой истинных растворов и, во-вторых, еще неизвестно, в какой степени их спектр поглощения близок к спектру поглощения соответствующих минеральных шкал.

Понятно, что наличие в воде гумусовых веществ в коллоидальной форме будет обусловливать дополнительное поглощение света; и, следовательно, применяя в качестве стандарта минеральную шкалу цветности, мы при фотоколориметрическом измерении будем получать повышенные величины цветности.

В поставленных нами специальных опытах найдено, что в фильтрованных гумусовых водах с известной цветностью поглощение света, измеренное при помощи фотоэлемента, было значительно больше, чем в соответствующих растворах минеральной шкалы цветности; вычисленные величины коэффициентов экстинкции для гумусовых вод были почти в 4 раза больше, чем для минеральных шкал цветности.

Метод определения цветности оказался весьма ценным для установления природы органического вещества, особенно, как будет показано ниже при сопоставлении с другими методами определения органического вещества в воде. Большой интерес представляют параллельные определения цветности в натуральной воде и в воде, профильтрованной через свечу Беркефельда: в одних водах цветность фильтрованных вод почти не отличалась от цветности исходных вод, в других имело место резкое ее уменьшение [103]. Вполне очевидно, что в данном случае большое значение имело присутствие гумусовых соединений в коллоидной форме.

В то же время необходимо иметь в виду, что представление о полной «бесцветности» вод с «нулевой» цветностью совершенно условно и в значительной степени определяется длиной трубки, в которой производятся измерения. Это особенно наглядно подтверждается соответствующими спектрофотометрическими исследованиями (см. стр. 106).

Однако уже небольшое количество гумусовых веществ изменяет цвет воды. Так в 5-метровом столбе дестиллированной воды цвет ее при добавке гумусовых веществ торфяной воды менялся следующим образом [139]:

	Цвет
Дестиллированная вода без гуматов	Синий
» » + 0.02 мг/л гумата	Практически тот же
» » + 0.025 » »	Зеленовато-синий
» » + 0.05 » »	Зеленый
» » + 2.00 » »	Желто-коричневый

Как показывают наблюдения, цветность природных вод меняется в зависимости от величины pH. Для установления пределов, в которых наступают указанные изменения, нами поставлены соответствующие опыты; для этого к природной воде, содержащей гумусовые соединения, добавлялось для подкисления разное количество серной кислоты, а для повышения pH — различное количество щелочи. Интенсивность окраски определялась на другой день. Найдено следующее:

I серия		*II серия*		
pH	*Цветность через 1 день*	pH	*Цветность через 1 день*	*2 дня*
6.40	82°	6.20	82°	85°
6.90	89°	6.60	87°	91°
7.30 (контроль)	100°	7.00 (контроль)	100°	100°
8.40	118°	7.60	100°	100°
9.20	130°	8.80	113°	109°

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Эти наблюдения показывают, что в тех пределах колебаний активной реакции, которые могут иметь место в природных условиях, изменение цветности может составлять $\pm$ 20—30%.

Сопоставление с другими методами

а) Соотношение между цветностью и органическим углеродом

По материалам, собранным на висконсинских озерах, авторами было проведено сопоставление между цветностью (в градусах платиновокобальтовой шкалы) и содержанием органического углерода [107]. В данном случае были обработаны поверхностные, нефильтрованные пробы из 529 озер. Полученные данные, исходя из определений цветности, разбиты на 12 групп и для каждой такой группы авторами была вычислена средняя окисляемость. Полученные результаты приведены в табл. 14, в последней графе которой приведено вычисленное нами на основании осредненных данных отношение $\frac{\text{цветности в градусах}}{\text{органическому С в мг/л}}$.

Таблица 14

Соотношение между цветностью и органическим углеродом для воды озер штата Висконсин

Число проб	Группа цветности в градусах	Органический углерод мг/л			Отношение[1] цветности к органическому углероду
		минимум	максимум	среднее	
56	0	1.2	4.5	3.0	—
57	1—9	1.7	6.4	3.6	1.25
113	0—9	1.2	6.4	3.3	1.3
101	10—19	2.1	12.5	4.6	3.1
77	20—29	2.2	12.2	5.7	4.3
46	30—39	3.9	15.0	7.7	4.5
23	40—49	4.9	12.5	8.3	5.3
27	50—59	5.3	12.3	9.2	5.9
22	60—69	4.0	13.0	10.3	6.3
44	70—99	7.5	16.6	12.1	7.0
40	100—129	6.0	22.4	14.3	8.0
15	130—159	12.3	19.6	16.0	9.0
9	160—199	14.5	24.8	17.1	10.4
12	200—340	13.5	25.8	21.4	12.5

[1] Для отдельных проб в пределах каждой группы имели место отклонения в обе стороны от средней величины отношения.

Из таблицы видно, что величина отношения цветности к органическому углероду не остается постоянной на всем диапазоне цветности от 0 до 340°; наибольшее изменение величины отношения наблюдается при переходе вод с цветностью $<10°$ к водам с цветностью $>10°$; далее с увеличением цветности величина отношения постепенно возрастает. Таким образом, 1 мг углерода в малоцветных водах соответствует значительно меньшее значение цветности, чем в высокоцветных водах; понятно, что данное

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

явление есть результат значительно большего участия неокрашенных соединений в первой группе вод. *

Особенный интерес в данном случае представляют воды с нулевой цветностью (56 проб) — содержание органического углерода в них колебалось от 1.2 до 4.5 мг/л, что отвечает примерно 2.4—9.0 мг/л органического вещества, которое, очевидно, в основном планктонного происхождения. Однако, повторяем, представление о полной бесцветности таких вод условно

б) Соотношение между цветностью и перманганатной окисляемостью

Сопоставление результатов определения окисляемости (по Кубелю) и цветности, проведенное для 354 проб поверхностной нефильтрованной воды озер из штата Висконсин, дало возможность построить кривую, отражающую зависимость между двумя указанными факторами [106]. В табл. 15 приведен использованный авторами материал; при его обработке авторы выделили 10 групп, исходя из величин цветности, и для каждой такой группы вычислили среднюю окисляемость. В последней графе данной таблицы приведено вычисленное нами на основании осредненных чисел отношение $\frac{\text{цветности в градусах}}{\text{окисляемости в мгO}_2/\text{л}}$.

Таблица 15

Соотношение между цветностью и окисляемостью для воды озер штата Висконсин

Число проб	Группа цветности	Окисляемость, мгO₂/л			Отношение[1] цветности к окисляемости
		минимум	максимум	среднее	
62	0—9	1.2	7.6	3.7	1.2
93	10—19	1.4	7.6	4.7	3.1
51	20—29	2.2	10.5	6.0	4.1
45	30—39	3.1	10.1	7.2	4.8
26	40—49	3.8	12.3	8.6	5.2
16	50—59	4.2	15.7	10.5	5.2
19	60—79	7.4	17.9	12.2	5.8
21	80—109	7.0	20.3	13.7	6.9
21	110—149	9.4	22.6	15.9	8.0
7	180—270	16.1	34.5	24.0	9.4

[1] Для отдельных проб в пределах каждой группы имели место отклонения в обе стороны от средней величины отношения.

Из этой таблицы, как и из предыдущей, видно, что даже при тех значительных осреднениях, которые были приняты, величина отношения цветности к окисляемости не остается постоянной на всем диапазоне цветности от 0 до 270°. При этом с увеличением цветности величина отношения также постепенно возрастает; особенно значительно это изменение при переходе

* Возможное влияние солей железа на цветность в данном случае незначительно, так как все исследованные воды были поверхностные и поэтому содержание в них железа было невелико.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

вод с цветностью $<10°$ к водам с цветностью $>10°$. Общность закономерности понятна, исходя из рассмотренной выше связи между окисляемостью и углеродом. Такое положение, очевидно, не случайно и может служить указанием на то, что природа органического вещества в высоко- и малоцветных водах различна; так как пробы воды были поверхностные, то влияние солей железа на цветность незначительно. Тот факт, что 1 мг кислорода окисляемости в малоцветных водах соответствует меньшее значение цветности, чем в высокоцветных водах, в первую очередь может быть объяснен тем, что в первой группе вод относительно большое значение приобретают неокрашенные органические вещества. Понятно, что их значение в сильно окрашенных водах будет весьма невелико. Эти неокрашенные органические соединения, очевидно, планктонного происхождения, и их присутствие обусловливает наиболее низкую величину отношения; самая высокая величина отношения характерна для вод, содержащих гумусовые вещества болотного происхождения; воды с величиной отношения, близкой к 5, очевидно, содержат гумусовые вещества главным образом почвенного происхождения. Понятно, что такое выделение отдельных групп носит весьма ориентировочный характер и требует дальнейших наблюдений.

Произведенные соответствующие расчеты по известным нам анализам речных и грунтовых вод Подмосковья [1] показали, что для вод рр. Москвы, Оки и Волги это отношение колеблется от 3.0 до 6.5 и, в среднем, оно близко к 5.0.

Такое сравнительно небольшое колебание величин отношения надо считать вполне естественным, так как эти реки зимой питаются главным образом за счет грунтовых вод. Вычисленные нами величины отношения цветности к окисляемости для грунтовых вод Подмосковья с малым содержанием хлоридов [5] колебались в тех же пределах.

Большой интерес представляет следующее явление: во всех вышеупомянутых речных водах после обработки их с сернокислым алюминием и фильтрации цветность снижается значительно больше, чем окисляемость; в той же части органических веществ, которая осаждается при этом с гидроокисью алюминия, отношение цветности к окисляемости близко к 10.

Таким образом, очевидно, что в результате указанной обработки природных вод увеличивалось относительное содержание малоокрашенных соединений.

Кононов, используя обратное соотношение, а именно отношение окисляемости к цветности, нашел, что в грунтовых водах по мере их загрязнения величина отношения возрастает [32].

Таким образом, очевидно, что сопоставление результатов, полученных обоими методами, может дать ценный материал при изучении природы органических веществ воды.

11. ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРА ПОГЛОЩЕНИЯ ВОДЫ В ВИДИМОЙ ЧАСТИ СПЕКТРА И В УЛЬТРАФИОЛЕТЕ

Спектрофотометрические исследования показали, что в чистой (оптически пустой) дестиллированной воде наибольшее поглощение характерно для инфракрасных лучей; в красных и оранжевых лучах поглощение значительно меньше, исключительно мало в желтой, зеленой, голубой

[1] Из работ Санитарного ин-та им. Эрисмана, [6, 23, 40, 52].

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

и фиолетовой частях спектра,[1] в ультрафиолетовых лучах поглощение снова возрастает. На рис. 3 под № 1 приведена кривая поглощения света в дистиллированной воде [103].

Введение в дистиллированную воду тех же солей, которые находятся в морской воде, крайне мало изменило поглощение света (в слое толщиной 100 см). Исследование поглощения в океанской воде, предварительно профильтрованной через свечу Беркефельда, практически дало те же результаты, что и для дистиллированной воды [90].

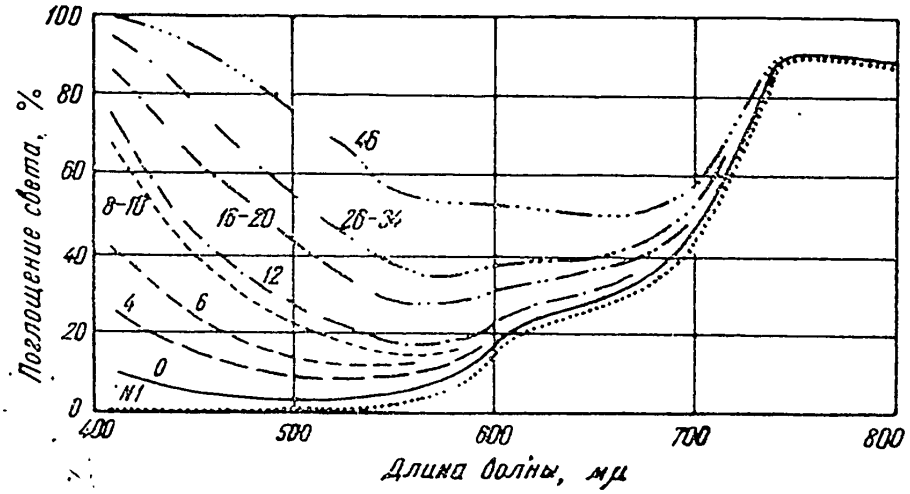


Рис. 3. Поглощение света (в %) фильтрованными водами озер различной цветности; цифры на кривых—величина цветности в градусах платино-кобальтовой шкалы; кривая *1* — дистиллированная вода (по Джемсу и Бёрджу) [103]

Однако при увеличении концентрации морской воды в 10 раз (путем упаривания), при помощи спектрофотометра в воде найдено так называемое желтое вещество, которое поглощало коротковолновые лучи. Количество этого «желтого вещества» было значительно в прибрежных водах, где оно генетически связано с гумусовыми веществами. Желтое вещество было найдено также в воде открытого океана, что автор объясняет присутствием в воде стабильных продуктов обмена фитопланктона [109, 110]. Вполне вероятно, что гумусовые вещества суши проникают не только в прибрежные районы, но и в открытое море: как показали наши опыты, коагуляция их в морской воде протекает замедленно [57а].

Специальные исследования, проведенные с пресными водами, также профильтрованными через свечу Беркефельда, [103] показали, что в случае несовпадения спектра поглощения таких вод со спектром поглощения дистиллированной воды главное отличие приходится на коротковолновую часть спектра: именно в этой области спектра свет ослабляется больше всего — см. кривые поглощения для озерных вод с цветностью от 0 до 46°, изображенные на рис. 3.

При этом оказалось, что ослабление света и, следовательно, увеличение поглощения его были тем больше, чем выше была цветность воды и чем больше было содержание органического углерода.

[1] Для коротковолновой части спектра характерно явление молекулярного рассеяния света [76].

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

При разведении высокоцветных вод дистиллированной водой поглощение света соответственно убывало. Таким образом, очевидно, что увеличение поглощения в коротковолновой части спектра в природных водах обусловлено наличием в воде гумусовых веществ. Коэффициент экстинкции возрастает прямо пропорционально увеличению цветности.

В то же время в водах, цветность которых была равна 0, а содержание углерода равно 1—4 мг/л, поглощение света в коротковолновых лучах было невелико, а в отдельных случаях было таким же, как и в дистиллированной воде. Это указывает на то, что в этих водах органическое вещество преимущественно негумусового происхождения. Но уже весьма малые количества гумусовых веществ приводят к заметному увеличению погло-

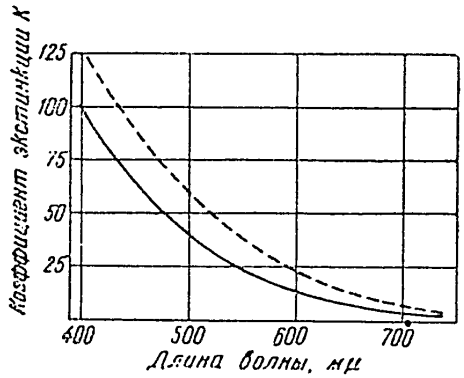


Рис. 4. Поглощение света в видимой части спектра щелочными вытяжками из гуминовой кислоты Мерка (по Фромелю) [94]

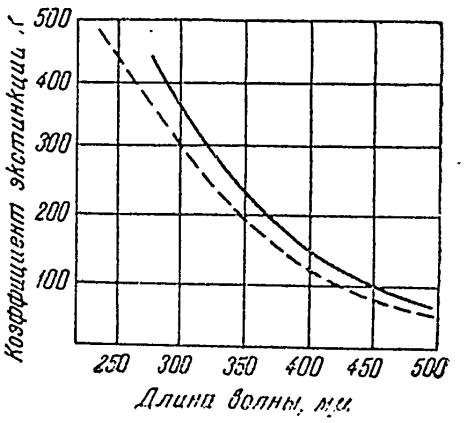


Рис. 5. Поглощение света в ультрафиолетовых лучах щелочными вытяжками из гуминовой кислоты Мерка (по Фромелю) [95]

щения в коротковолновой части спектра; так, например, введение в дистиллированную воду гумусовых веществ в количестве 0.05 мг/л приводило к увеличению поглощения света в волне 407.8 мμ с 6 до 13%, а при добавке 0.275 мг/л — до 24% [107].

Убедительным подтверждением справедливости того положения, что значительное увеличение поглощения в цветных фильтрованных водах обусловлено наличием в них гумусовых соединений, являются кривые поглощения света растворами гуминовой кислоты и гумата натрия [123, 94, 95] (рис. 4 и 5).

Сопоставление кривых поглощения растворами гуматов и природными окрашенными водами указывает на общий характер подъема кривых, именно в коротковолновой части спектра. Данное обстоятельство, очевидно, представляет собой результат общности генезиса окрашенных соединений в обоих случаях.

Особенно сильно увеличивается поглощение света гуматами в ультрафиолетовой части спектра. Произведенное исследование [119] поглощения ультрафиолетовых лучей водами различного происхождения показало, что в слое 5 см указанные лучи поглощаются акварнальными водами, т. е. теми водами, которые сильно флуоресцируют; [1] при этом наиболее значительно поглощение в самой короткой части ультрафиолета

[1] См. Измерение люминесценции — флуоресценции (стр. 109).

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

(229—290 мμ). Воды горного источника и озера имели такой же спектр поглощения, как и дестиллированная вода. Как известно, среди отдельных органических соединений особенно сильное поглощение в ультрафиолете характерно для ароматических углеводородов [74].

Вполне очевидно, что дальнейшие исследования в этой области окажутся крайне необходимыми при решении вопроса о природе растворенных в воде органических веществ. Естественно, что непременным условием таких исследований является однообразие применяемых методов наблюдения (в отношении длины волны, толщины слоя, способа фильтрации и т. д.).

12. ИЗМЕРЕНИЕ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ — ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ В УЛЬТРАФИОЛЕТЕ

В последнее время в качестве высокочувствительного метода анализа стал широко применяться люминесцентный анализ. Как известно, под люминесценцией понимается свечение, испускаемое не раскаленным, а холодным веществом; это свечение вызывается рядом причин, в частности, облучением ультрафиолетовыми лучами. Различают два вида люминесценции: флуоресценцию и фосфоресценцию; в первом случае свечение вещества происходит непосредственно при воздействии фактора, его вызывающего, а во втором — свечение продолжается некоторое время и после воздействия указанного фактора.

Большому числу органических соединений присуща способность флуоресцировать под воздействием ультрафиолетового излучения; в то же время из числа неорганических соединений в растворе флуоресцируют только урановые соли и ионы редкоземельных металлов [33].

Среди органических соединений флуоресцируют многие соединения ароматического ряда, а также вещества с сопряженными двойными связями и т. д. [33]. Каждому флуоресцирующему веществу, в зависимости от строения молекулы, свойственен свой спектр свечения, интенсивность флуоресценции зависит и от концентрации вещества; однако различные внешние факторы (pH среды, некоторые примеси и т. д.) оказывают большое влияние на самый процесс. Поэтому использование данного приема в практических целях требует серьезной подготовки.

Хорошо флуоресцируют в ультрафиолетовых лучах и природные органические соединения; это обстоятельство широко используется в нефтяной промышленности для исследования и сортировки нефтей и нефтепродуктов. Примененный впервые в нашей стране Флоровской и Мелковым [71] люминесцентный метод изучения горных пород в настоящее время используется в нефтепоисковых целях.

Исследования указанных авторов показали, что породы, содержащие разнообразные битуминозные вещества даже в чрезвычайно малых количествах, флуоресцируют в ультрафиолетовом свете после обработки хлороформом. В то же время гумусовые соединения при такой обработке не люминесцируют; в этом случае необходимо предварительное воздействие раствора щелочи, и затем спиртобензола. Помимо этого для битумов (нефти, асфальты, озокериты) характерна высокая интенсивность свечения в коричнево-буро-желто-голубых тонах; гумусовые же образования обнаруживают лишь слабую зеленовато-желтую люминесценцию.

Способность люминесцировать в различных тонах свойственна также многим окаменелостям — отпечаткам фауны и флоры.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Данный метод оказался применимым и при определении битуминозных веществ и нафтеновых кислот в водах. В их присутствии воды флуоресцируют в ультрафиолетовом свете желтоватыми, желтовато-голубоватыми и голубыми цветами различной интенсивности; чувствительность метода — около 1×10^{-6}%. В то же время воды дистиллированная и ленинградская водопроводная не флуоресцируют [71].

При изучении данного явления в различных водах обнаружено наличие сильной флуоресценции в воде аквариума и в воде луж; менее сильная флуоресценция найдена в воде олиготрофного озера и совсем малая — в воде текущего ручья; лишь немного светилась водопроводная вода и совершенно не светилась свежеприготовленная дистиллированная вода, последняя при стоянии немного флуоресцировала [119].

При слабой флуоресценции в воде была видна матовая световая пыль, при несколько большей — сосуд наполнялся светящимся облаком и при сильной флуоресценции жидкость принимала вид голубоватого молока.

В то же время при обычном освещении эти воды были прозрачны и бесцветны, и только вода луж была слегка мутной и имела желтоватую окраску.

При введении в водопроводную воду организмов появлялось свечение; растительные организмы в начале опыта давали более слабое свечение, чем животные организмы, но при стоянии разница была весьма малой.

Флуоресцирующие вещества не задерживаются мембранным фильтром; природа их не ясна, но, очевидно, они представляют собой продукты распада. Сопоставление результатов перманганатной и хлорной окисляемости и флуоресценции в разных водах [102] показало, что высокие величины всех этих показателей характерны для вод со свежим загрязнением; если же хлорная окисляемость низка, а перманганатная — высока и в то же время значительна флуоресценция, то это указывает на присутствие в воде слаборазложившихся растительных веществ.

Голубая флуоресценция в фиолетовом и ультрафиолетовом свете была найдена и в морской воде [76, 110]. Вышеизложенное дает основание полагать, что дальнейшее изучение возможности применения флуоресцентного метода анализа в отношении органических веществ природных вод может оказаться чрезвычайно полезным для выяснения их природы.

13. ИЗМЕРЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕНООБРАЗОВАНИЯ

Наблюдения, произведенные рядом исследователей, показали, что в ряде случаев природные воды (пресные и морские) имеют пониженное поверхностное натяжение, а именно от 70 до 50 дин/см, а иногда оно достигает даже 20 дин/см вместо 73—74 дин/см для чистой воды (при 20—25°).

В природных водоемах данное явление констатировано:

а) для р е к с замедленным течением [78] и в загрязненных реках [136];

б) в о з е р а х понижение поверхностного натяжения установлено в эвтрофных, т. е. высокопродуктивных, озерах, а также в болотных, окрашенных водах, где оно составляло от 0 до 20 дин/см. Особенно значительно данное явление в стагнирующих (стоячих) водах, при большом развитии планктона (во время цветения), вблизи листьев водной растительности [96]; в то же время в олиготрофных озерах понижение составляло всего 0—2 дин/см;

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

в) на морях вблизи населенного берега, в полосе легкого узора, в маленьких бухтах и гаванях, вблизи выпуска сточных вод, непосредственно за кораблем [76, 78].

В данных исследованиях измерения проводились различными методами — по отрыву пластин, по наибольшему давлению пузырьков, по растеканию капель некоторых масел (Spreading power).

Вполне очевидно, что данное явление связано с наличием в таких водах поверхностноактивных органических веществ как растительного, так и животного происхождения, и потому выполнение подобных измерений может оказаться весьма полезным для обнаружения таковых соединений в природных водах.

Но еще прежде чем были произведены в природных водах измерения поверхностного натяжения, был предложен [28] простой метод установления загрязнения природных вод посторонними органическими веществами, основанный на свойстве поверхностноактивных соединений образовывать пену. По количеству и по устойчивости пены, которая образуется на поверхности воды, взболтанной в пробирке, оказалось возможным иметь качественное представление о наличии в воде органических гидрофильных коллоидов. Этот прием применялся в качестве одного из критериев при контроле за очисткой сточных вод на очистных сооружениях [13]. Вспенивание можно также наблюдать и на водах, богатых гумусовыми веществами (болотные воды).

В природных условиях пенообразование представляет весьма распространенное явление: оно наблюдается на реках и озерах после сильных ветров и при падении воды с некоторой высоты, а в морях — в полосе прибоя, а также и в открытом море [27, 45, 76, 96, 133]. В последнем случае пена может образоваться при встрече холодных и теплых течений, при соприкосновении речных вод с морскими, в периоды цветения планктона при большом волнении [27]. Произведенные нами анализы [53] показали, что пена представляет собой своеобразный концентрат органического вещества, богатый органическим N и P. Приуроченность пенообразования в море к районам и сезонам, связанным с большой продуктивностью живого вещества, а также к местам с большой смертностью организмов, дает основание полагать, что в данных ареалах вода обогащается поверхностноактивными органическими веществами; вполне вероятно, что значительную часть их составляют нестойкие первичные продукты выделений и распада. Таким образом, пенообразование может служить индикатором на указанные органические вещества (за исключением вод болот).

14. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ (РЕФРАКЦИИ)

Как известно, рефрактометрия с успехом используется в органической химии для характеристики ряда органических соединений; с другой стороны, имеется определенная зависимость между показателем преломления и процентным содержанием того или иного вещества как минерального, так и органического.

Смородинцев и Адова [61, 62] в 1927 г. применили метод рефрактометрии [1] к изучению торфовых вод из различных водоемов. Сопоставляя полученные ими показатели преломления с содержанием органических

[1] Определения производились в рефрактометре Аббе.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

веществ и величиной сухого остатка, указанные авторы нашли, что величина показателя преломления вод в значительной степени изменяется параллельно содержанию органических веществ, а не сухому остатку.

Наименьший показатель преломления $n=1.33261$ (25°) был найден в осоковой воде, относительно бедной органическими веществами; в сфагновых водах, содержащих почти вдвое больше органических (гумусовых) веществ по сравнению с осоковыми, показатель преломления в среднем был больше на 0.00006—0.00007. Наивысший показатель преломления 1.33275 найден в мало минерализованных сфагновых водах, имеющих, с одной стороны, наименьшую электропроводность, и с другой, наибольшее содержание органических веществ (до 80% от сухого остатка).

Авторы считают, что при одновременном определении показателя преломления и электропроводности (или сухого остатка) можно получать более полную характеристику торфяных вод в отношении содержания в них органических веществ и минеральных солей.

Позже, было предложено одновременное определение электропроводности и преломления света для определения в природных водах недиссоциированных соединений (гидрозолей), среди которых основная масса приходится на органические вещества [155].

15. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА

Измерение окислительно-восстановительного потенциала, производимое как электрометрическим, так и колориметрическим методами, показало, что в природных водах наиболее высокое значение E наблюдается в поверхностном слое; в придонном же слое значительное уменьшение E имеет место лишь в тех водоемах, где у дна наблюдается резкое уменьшение содержания в воде растворенного кислорода, увеличение закисного марганца, железа и органического вещества и появление сероводорода. Такое положение характерно для эвтрофных и дистрофных озер: например, в Белом озере (Косино) в апреле 1934 г. на глубине 2 м $E=+0.364$ V и у дна (13.5 м) $E=+0.031$ V [35, 80, 91].

В сточных водах величина E в значительной степени определяется содержанием в них органического вещества; намечается зависимость между величиной E и биохимическим потреблением кислорода. По мере очищения сточных вод, и особенно с наступлением нитрификации, величина E возрастает: например, в Московской сточной жидкости E колеблется от — 0.35 до — 0.10V, а после очистки величина E поднималась до +0.25 и +0.35V [46].

Вполне вероятно, что рассматриваемое здесь определение даст возможность получить хотя бы качественное представление о степени окисленности (восстановленности) находящихся в воде органических веществ.

БИОХИМИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

16. БИОХИМИЧЕСКОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ КИСЛОРОДА (БПК)

Принцип метода и его оценка

а) Загрязненные воды

При исследовании воды рек, загрязненных хозяйственно-бытовыми стоками, еще в прошлом столетии была установлена зависимость между

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

степенью загрязненности вод и величиной дефицита кислорода в них (т. е. величиной разницы между наличным содержанием в воде кислорода и теоретически возможным). Позже был разработан специальный метод, позволяющий учитывать по величине потребления кислорода относительное количество нестойкого, быстро окисляющегося органического вещества. В настоящее время данный метод проводится следующим образом: отобранную пробу воды насыщают встряхиванием кислородом воздуха, [1] разливают в 2 кислородные склянки и в одной из них определяют содержание кислорода тотчас же, а в другой после 5-суточного хранения в темноте при 20°. Найденное уменьшение содержания кислорода в пересчете на мг O_2/л даст величину БПК за 5 суток; эта убыль обусловлена главным образом протекающими в воде биохимическими процессами, приводящими к распаду (минерализации) органического вещества.

Исследования показали, что в таких водах минерализация нестойкого органического вещества при 20° в основном заканчивается за 10 суток, и окончательная его стабилизация наступает по истечении 20 суток [2, 127]. Согласно исследованиям, скорость потребления кислорода в этом случае и, следовательно, скорость окисления органического вещества пропорциональны концентрации его в данный момент. Таким образом, данный процесс идет с убывающей скоростью, и для него может быть применено уравнение мономолекулярных реакций,[2] а именно:

$$-\frac{dD}{dt}=k_1D, \tag{1}$$

где t — время в днях; D — БПК во времени t; k_1 — константа скорости потребления кислорода. Интегрирование этого выражения приводит к уравнению

$$\log\frac{D}{D_t}=\log\frac{D}{D-x}=kt, \tag{2}$$

где D — полное БПК в мг O_2/л; D_t — количество кислорода, требуемое ко времени t, в мг O_2/л; x — количество кислорода, поглощенное за t дней, в мг O_2/л; k — константа скорости БПК.

Для городских сточных вод и загрязненных ими рек величина константы при 20° близка к 0.1, однако иногда она достигает 0.2 [2, 47, 48, 144].

При значении $k=0.1$ потребляется кислорода (в %) от полной БПК

За	0.5	дня — 11	За	10	дней — 90
»	1	день — 21	»	15	» — 96
»	5	дней — 68	»	20	» — 99

Установленная закономерность сохраняется и при разбавлении исходных вод и при применении нитратного метода определения БПК, при котором необходимый кислород доставляется из нитратов.

Константы БПК находят путем инкубации воды в течение нескольких

[1] При большом содержании органических веществ испытуемую воду предварительно разбавляют чистой водой.

[2] Применимость в этом случае уравнения мономолекулярных реакций ни в коем случае не дает оснований считать, что в данном процессе участвует только какой-либо один тип молекул.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

сроков хранения [2]; для нахождения полного (20-дневного] БПК определяют таковое за 5 суток и далее рассчитывают или по таблице, если $k = 0.10$, или по приведенной выше формуле (2). Экспериментально установлены коэффициенты для пересчета БПК в пределах температур 9—30° [144].

Нашими исследованиями было показано, что при окислении в аналогичных условиях органического вещества отмершего планктона процесс БПК подчиняется тем же закономерностям [54]. То же следует из наших и других данных по накоплению минеральных производных N и P, которое имеет место при данном процессе [50].

Таким образом, определение 5-суточного БПК является методом, пригодным для сравнительного учета имеющегося в воде нестойкого органического вещества, содержащего белки, углеводы и жиры.

Осложняющим при выполнении данного метода моментом является процесс нитрификации, при котором кислород расходуется на окисление образовавшегося при минерализации аммиака. Однако, как показали исследования, обе фазы окисления протекают в две различные и последовательные стадии [48]; продолжительность первой фазы — окисление органических соединений — в случае наличия свежих органических веществ равна 10—12 суткам при 20°.

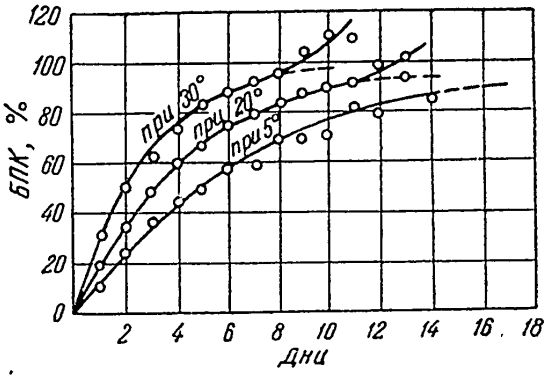


Рис. 6. Биохимическое потребление кислорода при разных температурах (по Терьо) [144].

В качестве иллюстрации на рис. 6 приводятся данные по БПК загрязненной воды р. Огайо при разных температурах [144].

Из рисунка видно, что при 20° с 11-го дня и при 30° с 8-го дня кривые БПК имеют второй подъем, вызванный расходом кислорода на нитрификацию. Естественно, что время наступления нитрификации будет определяться степенью «окисленности» органических веществ воды, и потому она может начаться значительно раньше 10—12-го дня; это, конечно имеет большое значение для правильного истолкования получаемых результатов определения БПК при сроках инкубации больше 5 дней. В таких случаях необходимо хотя бы качественное определение в склянке нитритов, для чего перед введением реактивов Винклера достаточно отбирать 0.5—1.0 мл воды.

При длительных сроках инкубации, превышающих 20 дней, потребление кислорода в воде не прекращается и спустя 1—1.5 мес. при 20°. Кривая, отражающая данный процесс, приобретает почти прямолинейное направление [54, 144]; это указывает на то, что скорость процесса становится почти постоянной. Очевидно, что в этом случае окисляются находящиеся в воде стойкие органические вещества.

Для получения представления о степени окисления органических веществ при данном процессе в известной мере могут служить результаты опытов с индивидуальными органическими веществами [154], вносившимися в количестве 2 мг/л в искусственно приготовленную озерную воду (табл. 16).

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Таблица 16

Результаты определения БПК отдельными органическими веществами при 25° в мг O_2/л и в % от теоретической величины

(растворы приготовлены на искусственной озерной воде)

Вещество	Биохимическое потребление кислорода за					
	5 дней		10 дней		20 дней	
	мг	%	мг	%	мг	%
Янтарная к-та	0.42	48	0.63	72	0.83	94
Молочная »	1.29	61	1.76	83	2.10	99
Пропионовая »	0.72	24	1.38	45	2.24	74
Масляная »	0.68	19	1.49	41	2.35	65
Глицин	0.74	58	0.96	75	1.16	91
Аспарагин	0.59	40	0.95	65	1.24	85
Этиловый спирт	2.06	50	3.12	75	4.01	96
Глицерин	1.63	67	1.97	81	2.36	98
Глюкоза	1.56	73	2.02	94	2.07	97
Крахмал	0.44	19	1.19	50	2.20	93
Целлюлоза	0.17	7	0.42	18	0.96	41
Лигнин	0	0	0	0	0.23	6

Во всех этих опытах в растворе имелось достаточное количество минерального азота; однако расход кислорода на нитрификацию при этих расчетах не учтен, поэтому приведенный процент окисления несколько выше действительного. Понятно, что полного окисления даже нестойких органических соединений нельзя ожидать, так как некоторая часть их идет на построение тела клеток бактерий; 5-суточное потребление кислорода в этой группе органических веществ в среднем составляет 46%.

б) Незагрязненные природные воды

Данный метод в настоящее время применяется также и при исследовании незагрязненных природных вод. Получаемые величины 5-суточного БПК невелики, но ход процесса аналогичен описанному выше, т. е. вначале потребление кислорода идет с убывающей скоростью, а позже, спустя 1—1.5 мес. (при 20°), ее величина становится почти постоянной [57].

Однако вычисленные константы k скорости потребления кислорода меньше 0.10 и колеблются от 0.01 до 0.06 (при 20°). Исключение составляют, как уже было сказано выше, те природные воды, в которые был внесен в больших количествах отмерший планктон — в этом случае имелась полная аналогия с загрязненными водами.

5-суточное БПК по отношению к 20-суточному в пресных водах составляло (при 20—25°): [1]

1) В наших опытах с водами 7 рек . . . . . от 31 до 50%, в среднем 40%
2) » опытах Цобелла по озеру Мендота . . . . от 39 до 54%, в среднем 46%
3) » » » по другим озерам . . . . . от 28 до 43%, в среднем 36%

Таким образом, в этом случае процент окисления за 5 суток меньше, чем это найдено для загрязненных вод.

Вполне естественно полагать, что иной характер природных органических веществ определяет эти особенности, и, очевидно, главной причиной является их стойкость по отношению к бактериальному распаду.

[1] Для морской воды таких данных не найдено.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

В последнее время обращено внимание на то, что при инкубации незагрязненных природных вод (пресных, морских) число бактерий в склянках вначале резко увеличивается по сравнению с тем, что наблюдалось in situ; максимум наблюдается на 1—3-й день (20°), после чего имеет место резкое их уменьшение. Вполне естественно, что данное обстоятельство должно приводить к резкому увеличению потребления кислорода в первые дни инкубации, а потому такие наблюдения не могут дать правильного представления о потреблении кислорода в самом водоеме. Почему хранение в склянках вод с малым содержанием органического вещества приводит к значительному увеличению роста бактерий и, следовательно, к увеличению потребления кислорода? В настоящее время это объясняют: а) адсорбцией органических веществ на поверхности стекла и созданием благоприятных условий для прикрепленных бактерий; б) обычно более высокой температурой при хранении, чем in situ; в) отмиранием фитопланктона; г) удалением зоопланктона при фильтрации воды.

Вполне возможно, что лишь величины БПК, полученные при длительном хранении вод, могут дать представление о потреблении кислорода в самих водоемах [57]; здесь необходимы дальнейшие исследования.

В то же время величины 5-суточного БПК могут дать представление лишь об относительном содержании органических веществ, способных окисляться микроорганизмами, и среди них в первую очередь группы нестойких соединений; в этом случае особенно полезно вычисление констант скорости БПК.

Для оценки данного метода представляет интерес сопоставление полученных опытным путем величин БПК с тем количеством кислорода, которое требуется для полного окисления имеющегося в воде органического

Таблица 17

Величины 5—100-суточного БПК в % от вычисленного полного БПК

Вода	Углерод, мг/л	5,10,20 и 100-суточное БПК в % к полному БПК[1]			
		5 суток	10 суток	20 суток	90—100 суток
Р. Волгуша	1.8	9	14	21	42
Р. Дубна	4.3	5	7	13	25
Р. Москва, лето	3.9	9	12	18	28
Р. Ока	3.2	13	20	32	50
Р. Тверца	14.6	2	4	6	14
Р. Волга	5.8	9	15	27	43
Р. Москва, весна	5.8	14	24	31	45
Болотная —торфяная вода	20.1	4	8	10	—
Клязьминское водохранилище	9.6	7	12	22	—
Среднее	7.6	8	13	20	35
Озеро Мендота, среднее за год	5.8	11(5—24)	18(7—33)	23(12—46)	—
» Кристаль	1.2—1.9	11	27	40	—
» Троут	3.4—3.8	23	34	53	—
» Сильвер	3.6	8	15	20	—

[1] Температура при инкубации в среднем равна 20° (15—25°).

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

вещества (вычисленное полное БПК). В табл. 17 дается соответствующий сравнительный материал для некоторых пресных вод. Вычисленное полное БПК получено путем умножения количества органического вещества на среднюю величину кислородного эквивалента 1.4 с учетом нитрификации [58]; общее содержание органического вещества вычисляли путем умножения количества органического углерода на 2.1.

Для этого использованы:

а) наши наблюдения на ряде рек Московской и Калининской областей, где определения С и БПК производились в одних и тех же пробах воды [60];

б) данные Цобелла по некоторым висконсинским озерам [154], для которых им приведены лишь величины БПК — необходимые данные по углероду взяты нами из ряда работ Берджа; поэтому для этих вод данные по БПК и по С не соответствуют друг другу.

Из этих данных мы видим, что степень окисления колеблется для вод разного происхождения в значительных пределах: наименьшая степень биохимического окисления наблюдается в водах богатых гумусовыми веществами, а наибольшая — в озерных водах, где, очевидно, сказывается наличие органического вещества планктонного происхождения; речные воды занимают промежуточное положение.

Действительно:

5-суточное БПК	колеблется	от	2	до	24%
10-суточное БПК	»	»	4	»	34%
20-суточное БПК	»	»	6	»	55%.

Эти расчеты могут дать только ориентировочное представление о степени биохимического окисления; здесь необходимы дальнейшие исследования, при которых соблюдение постоянных условий опыта и особенно температуры является основным моментом.

Аналогичное сопоставление не представляется возможным для органического вещества морской воды, так как практически нет соответствующих данных и по БПК и по органическому углероду; использование же в этих целях данных по окисляемости также пока невозможно (из-за отсутствия надежных коэффициентов для пересчета). Вакман и др. [150] на основании наблюдений на прибрежных фильтрованных водах, где найденная ими величина БПК за 5 суток при 20° составляла 1.88 мг O_2/л, и данных Крога по общему содержанию органических веществ в морской воде ~ 5 мг/л, считают, что за 10—12 дней биохимически окисляется от 25 до 50% имеющегося в морской воде органического вещества.

Однако даже из рассмотрения скудного материала по БПК в морской воде [59] можно заключить, что в толще вод открытого моря (океана) величины потребления кислорода за 5 суток, как правило, меньше 1.0 мг O_2/л. Поэтому расчеты Вакмана, очевидно, не могут быть перенесены на натуральную воду открытого моря. Здесь также необходим дальнейший сбор материала.

Надо также всегда помнить, что определяемые опытным путем величины 5-суточного БПК весьма далеки от действительности ввиду специфического влияния самого факта хранения воды в склянках; и очевидно только при длительной инкубации можно получить величины, близкие к истине [57].

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Сопоставление с другими методами

Соотношение между 5-суточной величиной БПК и кислородом окисляемости

Из сопоставления данных 5-суточного БПК и перманганатной окисляемости можно видеть, что:

а) природные воды, богатые нестойкими органическими веществами (хозяйственно-бытовые стоки, отмирающий планктон), характеризуются большей величиной БПК по сравнению с окисляемостью;

б) в природных водах, практически не содержащих нестойких органических веществ, величина БПК меньше окисляемости; особенно резкое различие наблюдается в водах, богатых гумусовыми веществами.

Таблица 18

Перманганатная окисляемость, 5-суточное БПК в мг O_2/л и отношение $\frac{O_2\ БПК_5}{O_2\ окисляемости}$ в разных водах

№ п/п	Вода	Дата взятия пробы	Литература	Окисляемость перманганатная	БПК за 5 суток	$\frac{O_2\ БПК_5}{O_2\ окисляемости}$
1	Реки Московской и Калининской обл., 8 рек:					
	а)	Лето 1940	[60]	2.1—22.8	0.4—2.5	0.03—0.3
	б)	Зима 1941		2.7—27.1	0.2—1.2	0.02—0.2
2	Р. Москва, выше города	I.1927		2.6	2.3	0.9
	» » »	VIII.1931		2.8	1.7	0.6
	» ниже города у с. Перерва	IX.1931		11.3	25.9	2.3
	» ниже города у шлюза Софьино[1]	IX.1931		7.8	2.6	0.3
3	Учинское водохранилище	V.1934	[56]	7.5	2.6	0.4
	То же, во время цветения	VII.1934		12.4	14.0	1.1
4	Сточные воды г. Москвы:					
	а) Мясокомбината	—		152	752	5.0
	б) Крахмально-паточного завода	—		904	2004	2.2
	в) Картофельно-терочного завода	—		1369	3070	2.2
5	Сточные воды США, среднее за 13 лет:					
	а) Сырые	—	[149]	44	123	2.8
	б) Очищенные	—		14	19	1.4
6	Загрязненная вода[2]					
	а) В начале минерализации	—	[48]	2.78	3.32	1.2
	б) На 10-е сутки	—		2.19	0.95	0.43
7	Р. Волгуша					
	а) Натуральная	—		5.2	0.6	0.12
	б) Плюс планктон, в начале минерализации	—	[54]	8.0	7.0	0.9
	в) Плюс планктон, на 5-е сутки	—		6.5	2.5	0.4

[1] Пункт полного самоочищения воды р. Москвы в 1931 г.

[2] Водопроводная вода + хозяйственно-бытовая сточная вода.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Из приводимого в табл. 18 цифрового материала следует, что отношение $\frac{O_2\ БПК}{O_2\ окисляемости}$ в первом случае $\geqslant 1.0$ и во втором случае меньше 1.0. Такая закономерность вполне понятна, так как относительная степень окисления по перманганатному методу выше для стойких органических соединений, чем для нестойких, в то же время по отношению к биохимическому воздействию указанные группы соединений занимают обратное положение.

Особенно показательно изменение величины отношения $\frac{O_2\ БПК}{O_2\ окисляемости}$ во время процесса минерализации: со временем величина указанного отношения постепенно убывает.

Таким образом, величина отношения $\frac{O_2\ БПК_5}{O_2\ окисляемости}$ может служить для характеристики органического вещества в отношении его стойкости.

17. БАКТЕРИОЛОГИЧЕСКИЕ И ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ[1]

Проводившиеся уже издавна бактериологические исследования природных вод, при которых главным образом производился учет сапрофитных организмов,[2] показали на существование определенной связи между количеством этих бактерий и содержанием в воде легкоусвояемых органических соединений.

Таким путем удается обнаружить в природных водах легкоусвояемые органические соединения даже в таких количествах, которые уже не могут быть определены химическими методами; и в этих случаях результаты бактериологического анализа являются решающими при санитарно-гигиенической оценке водоисточников.

Проведенные в последнее время бактериологические исследования на озерах показали, что количество бактерий в воде в первую очередь обусловливается содержанием в ней органических веществ автохтонного происхождения (образуются в результате развития в водоеме планктона, высшей растительности). В водах же, богатых гумусовыми веществами, число бактерий невелико [36].

Сопоставление числа бактерий в водах озер различных типов показало, что наибольшее количество их свойственно эвтрофным озерам; в олиготрофных озерах их количество уже значительно меньше; в то же время для дистрофных озер, воды которых богаты гумусовыми соединениями, характерно наряду с небольшим числом бактерий большое разнообразие их форм [72а, 98].

На значение бактериологического анализа при решении вопросов, связанных с определением качества и количества органического вещества в воде морей, указывают также и морские исследователи.

Помимо подсчета общего числа сапрофитных бактерий еще большее значение приобретает выделение из воды отдельных видов микробов, развитие которых связано с наличием в среде вполне определенных органических соединений.

---

[1] Не будучи специалистом в данной области, автор ограничивается лишь краткими замечаниями по рассматриваемому здесь вопросу.

[2] Путем учета бактерий, растущих на мясо-пептонном агаре.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Наконец, как показало изучение распространения в водоемах планктических и бентических организмов, некоторые из них также могут быть показателями наличия в воде определенных групп органических соединений [63].

Таким образом, применение бактериологических и гидробиологических исследований может оказать большую помощь для качественной и относительной количественной характеристики органического вещества в природных водах.

ВЫВОДЫ

1. Рассмотрены, критически оценены и сопоставлены основные методы определения органического вещества в природных водах. Многообразие методов (основанных на самых разнообразных принципах), преобладающая часть которых относится к группе косвенных методов, объясняется малой изученностью органического вещества природных вод, а также и их малой концентрацией. Некоторые из рассмотренных методов пока могут быть использованы только для качественной характеристики органического вещества.

2. Среди прямых методов метод определения потери при прокаливании дает повышенные результаты, и только в случае мягких вод можно получать удовлетворительные результаты. Выделение и определение индивидуальных органических соединений дает возможность в настоящее время учесть весьма малую часть всей массы органического вещества; но в то же время этот прием необходим при изучении природы органического вещества.

3. Из косвенных методов наиболее совершенными являются методы элементарного анализа (C, N и P), и среди них определение углерода. Применяя осредненный коэффициент ~2.0, можно по количеству органического углерода вычислить примерное общее содержание органических веществ. Широкое отношение C : N и C : P характерно для вод, богатых гумусовыми веществами; узкое отношение — для вод, содержащих свежие, нетрансформированные органические вещества, богатые белковыми соединениями.

4. Альбуминоидный азот составляет по отношению к органическому азоту различную часть в зависимости от природы органического вещества. В водах, содержащих свежее, нетрансформированное органическое вещество, отношение

$$\frac{\text{альбуминоидного N}}{\text{органическому N}} \geqslant 0.50 - 0.40$$

и отношение

$$\frac{\text{альбуминоидного N}}{\text{O}_2\text{ окисляемости}} \times 10 \geqslant 1.0,$$

в водах, содержащих главным образом стойкие (гумусовые) соединения, наблюдаются следующие величины соответствующих соотношений:

<0.40 и <0.50 (величины осредненные).

5. При перманганатной окисляемости по Кубелю в пресных водах в среднем окисляется около 40% всего органического вещества; величина отношения $\frac{\text{O}_2\text{ окисляемости}}{\text{органическому C}}$ в большинстве вод колеблется от 0.6 до 1.6 и в среднем близко к 1.0. Таким образом, в среднем число мг O_2/л перманганатной окисляемости почти равно числу мг C/л, и, следовательно,

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

путем умножения числа мг O_2/л окисляемости на 2.0 (2.0 ± 0.2) можно получить примерное представление об общем содержании органического вещества в природных водах, в мг/л.

6. Метод цериевой окисляемости дает близкие результаты с методом перманганатной окисляемости, но в то же время обладает рядом преимуществ ввиду устойчивости его растворов и образования при восстановлении только одного продукта. Вследствие малочисленности наблюдений требуются дальнейшие исследования.

7. Определение хлорной окисляемости (хлорного числа) параллельно с определением перманганатной окисляемости может оказаться весьма полезным для качественной характеристики органического вещества природных вод; при наличии в воде белков или продуктов их распада и углеводов параллельный ход обеих окисляемостей нарушается; в первом случае резко увеличивается хлорная окисляемость и во втором — перманганатная окисляемость. Полного окисления при данном методе также нет.

8. Применяемый метод бихроматной окисляемости в присутствии солей серебра обеспечивает практически полное окисление большого числа органических соединений и органических веществ природных вод (судя по крайне немногочисленным данным).

9. Иодатная окисляемость обеспечивает полное окисление всех органических соединений за исключением тех, которые не окисляются при методе Кьельдаля; в отношении данного метода, как и предыдущего, требуются дальнейшие исследования на природных водах.

10. Определение цветности дает возможность установить содержание в природных водах окрашенных (гумусовых) соединений. Сопоставление с результатами определения органического углерода и перманганатной окисляемости позволяет установить относительное содержание окрашенных и неокрашенных органических соединений. Таким образом, параллельное применение перечисленных методов необходимо при изучении природы органических веществ.

11 и 12. Исследования спектра поглощения в видимой части спектра и в ультрафиолете, а также измерение люминесценции может оказаться весьма полезным при решении вопроса о природе органических веществ, растворенных в воде (особенно при малой их концентрации). Здесь необходимы дальнейшие исследования на различных природных водах.

13. Измерение поверхностного натяжения и определение пенообразования позволяют обнаружить в воде присутствие поверхностно активных органических соединений.

14. Определение показателя преломления (рефракции) полезно при изучении органических веществ гумусовой природы.

15. Определение окислительно-восстановительного потенциала, очевидно, может дать дополнительный материал для суждения о степени окисленности (восстановленности) находящихся в воде органических веществ.

16. Метод биохимического потребления кислорода в настоящее время является наиболее эффективным методом, дающим возможность определить относительное содержание в природных водах органических веществ, способных окисляться микроорганизмами, и в первую очередь группы нестойких соединений.

17. Число бактерий в природных водах, а также их видовой состав меняются в зависимости от содержания и природы органических веществ; некоторые планктические и бентические организмы также могут быть

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

показателями наличия в воде определенной группы органических соединений. Таким образом, применение бактериологических и гидробиологических исследований может оказать большую помощь для качественной характеристики органических веществ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Базякина Н. А. Труды Совещания по очистке сточных вод, 1923—1925, № 3.
2. Базякина Н. А Значение константы скорости потребления кислорода. Санитарная техника, 1933, № 2.
3. Безель Л. И. Применение сернокислого церия для определения окисляемости воды Журн прикладной химии, 1945, 18, № 6.
4. Бокова Е., Борсук В, Верж бинская Н. и Крепс Е. Об органических катализаторах или ферментах в морской воде. Архив биол наук, 1936, 43, № 2—3.
5. Бруевич С. В. и Михайловская Л. А. Грунтовые воды г. Москвы и Московской обл. Тр Санитарного ин-та им. Эрисмана, 1929, № 5.
6. Бруевич С В. и Скопинцев Б. А. Гидрохимическое обследование р. Оки от г. Калуги до г. Рязани. Исследование рек СССР. 1935, в 7.
7. Бруевич С. В. и Кострома на А. А. Определение органического и минерального фосфора в природных водах. Журн. прикладной химии, 1938, 11, № 4.
8. Вакс ман С. Гумус. М, 1937.
9. Вакс ман С. Антибиотики Издательство АН СССР, 1946.
10. Величкин И. и Строганов С. Труды Совещания по очистке сточных вод. М, 1922.
11. Винберг Г., Ивлев В., Платова Г. и Россолимо Л. Методика определения органического вещества. Тр. лимнолог. ст. в Косине, 1934, № 18.
12. Винберг Г. Г. Наблюдения по динамике растворенных и взвешенных органических веществ в воде некоторых озер. Глава из диссертации, 1946.
13. Второй отчет Комиссии по производству опытов биологической очистки сточных вод, М, 1910.
14. Гедройц К. К. Химический анализ почв. М, 1932.
15. Голлербах М М Антибиотическое вещество из зеленой водоросли Природа, 1946, № 7, 58.
16. Гриниблат Л. Г Природные воды и индикация содержащихся в них органических веществ Диссертация, 1941
17. Гуревич В. Г, Рудовская Е. М и Протопопова В. П. Определение окисляемости при анализе воздуха. Зав лаб, 1946, 12, № 4—5
17а. Гусинская С А. Фотоколориметрическое определение гуминовых веществ в воде Сборник работ Химич. факультета Днепропетровского Гос. унив., 1940, 15.
18. Дацко В Г Органическое вещество в воде некоторых морей. Диссертации, М, 1938 и ДАН СССР, 1939, 24, № 3.
19. Державин В В К вопросу о химизме озер в Залучье. Тр. Лаборатории генезиса сапропеля, 1939, № 1.
20. Дзядзио А. М Истинная окисляемость сточных вод и метод ее определения. Водоснабжение и санитарная техника, 1938, № 8—9.
21. Доброславин. А Гигиена. 1884.
22. Драчев С М. Некоторые изменения органических веществ подзолистой почвы. Научно-агрономич. журн, 1927, 4, № 1.
23. Драчев С. М. и Скопинцев Б. А Гидрохимическая характеристика р Волги от г. Калинина до г. Савелово. Гидрохим мат., 1939, 11.
24. Езерский В. Наиболее употребительные способы оценки загрязнения вод СПб., 1876.
25. Ефремов А. Ф. Волчихинский вариант зарегулирования р Чусовой. Тр. н.-и. Ин-та Свердловского Облздравотдела, 1936, № 6.
26. Залесский И. А. и Эльманович Н. А. Значение определения хлоропоглощаемости воды при оценке ее качества. Журн. Русского физ.-хим. об-ва, Часть химич., 1914, 46, 1278.
27. Зубов Н. Н. Морские воды и льды, М, 1938.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

28. Клют Г. Исследование воды на месте, М., 1931.
29. Кольтгофф И. М. Объемный анализ, М., ГХТИ, 1934.
30. Кольтгофф И. М. и Сендэл Е. Б. Количественный анализ, М., ГОНТИ, 1938.
31. Комарова И. А. Применение объемного метода определения гумуса. Тр. Ленингр. отд. ВИУА, 1933, № 17.
32. Кононов В. И. Санитарно-гигиеническая оценка питьевых вод подземных водоисточников. Гигиена и санитария, 1944, № 6.
33. Константинова-Шлезингер М. А. Флуоресцентный метод анализа. Тр. Всес. конференции по аналитич. химии, 1944, 3.
34. Кошкин М. Л. и Карасик Р. М. Улучшенный метод определения окисляемости в питьевых водах. Экспериментальная медицина (Харьков), 1940, № 4, 9.
35. Кузнецов С. И. Окислительно-восстановительный потенциал в озерах. Тр. лимнолог. ст. в Косине, 1935, 20.
36. Кузнецов С. И. и Хартулари Е. М. Результаты просчетов общего числа бактерий в воде ряда озер Вышне-Волоцкого района. Тр. лимнолог. ст. в Косине, 1937, 21.
37. Мессинева М. А. Ферментативные свойства пресноводных илов. Бюллетень Моск. об-ва испытателей природы, 1940, 49, № 5—6.
38. Михайленко Я. Таблица окислительно-восстановительных потенциалов, Л., 1932.
39. Новобранцев П. В. Развитие бактерий в озерах. Микробиология, 1937, 6, № 1.
40. Озеров С. А. Москва-река в Рублеве за 1914/1925 гг. Материалы по изысканию новых источников водоснабжения г. Москвы, М., 1929, 2.
41. Островская Д. Э. Применение бихромата калия для определения окисляемости воды. Лабораторная практика, сборник работ 1939 г.
42. Островская Д. Э. О применении сернокислого четырехвалентного церия для определения окисляемости воды. Тр. Одесского ин-та эпидемиологии и микробиологии, 1946, 1, 163.
43. Отчет комиссии по производству очистки сточных вод. М., 1907.
44. Попова Е. С. Бихромат калия для определения окисляемости сточной жидкости. Тр. Совещания по очистке сточных вод, 1930, № 12.
45. Потонье Г. Сапропелиты. Л., 1920.
46. Савич В. Г. Окислительно-восстановительный потенциал как контрольный метод при очистке сточных вод. Сборник работ по очистке сточных вод, М., 1934.
47. Скопинцев Б. А. К изучению естественного самоочищения рек. Санитарная техника, 1933, № 6.
48. Скопинцев Б. А. и Овчинникова Ю. С. Изучение окислительных процессов, протекающих в загрязненных водах в аэробных условиях. Микробиология, 1934, 3, № 1.
49. Скопинцев Б. А. Определение окисляемости в водах, богатых хлоридами. Журн. прикладной химии, 1934, 7, № 7.
50. Скопинцев Б. А. О скоростях регенерации биогенных элементов при распаде морских планктических организмов. Микробиология, 1938, 7, № 6.
51. Скопинцев Б. А. Органическое вещество в морской воде Баренцова, Полярного и Карского морей. ДАН СССР, 1939, 22, № 7.
52. Скопинцев Б. А. и Михайловская Л. А. Гидрохимическая характеристика р. Москвы в 1934 г. Гидрохим. мат., 1939, 11.
53. Скопинцев Б. А. Об органических поверхностноактивных веществах морской воды. Метеорология и гидрология, 1939, № 2.
54. Скопинцев Б. А. и Брук Е. С. Исследование регенерации соединений N и P при разложении фитопланктона в аэробных условиях. Микробиология, 1940, 9, № 6.
55. Скопинцев Б. А. К вопросу об определении органического углерода в пресных водах. Журн. Аналитич. хим. (в печати).
56. Скопинцев Б. А. и Михайловская Л. А. О качественной характеристике органических веществ природных вод. Гидрохим. мат., 1948, 14, 108.
57. Скопинцев Б. А. О потреблении кислорода в природных водах стойкими органическими веществами. Гидрохим. мат. 1948, 16.
57а. Скопинцев Б. А. О коагуляции гумусовых веществ речного стока в морской воде. Изв. АН СССР, Серия геогр. и геофиз., 1947, 11, № 1.
58. Скопинцев Б. А. О кислородном эквиваленте для органических веществ природных вод. ДАН СССР, 1947, 58, № 9.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

59. Скопинцев Б. А. Органическое вещество в морских водах. Труды ГОИНА, 10, 1948
60. Скопинцев Б. А. Содержание органического вещества в некоторых водах Подмосковья ДАН СССР, 1948, 61, № 2.
60а Скопинцев Б. А. Исследование продуктов кислотного гидролиза органического вещества природных вод. ДАН СССР, 1948 62, № 2.
61. Смородинцев И. А. и Адова А. И. Рефракция торфовых вод. Русский журнал тропической медицины, 1927, 5, 635
62 Смородинцев И. А. и Адова А. И. Электропроводность и рефракция торфовых вод ЖРФХО. часть химич., 1928; 60, 497.
63. Стандартные методы химического и бактериологического исследования воды. М., 1940; Стандартные методы исследования питьевых и сточных вод. М., 1927.
64 Строганов С. И. Труды совещания по очистке сточных вод. 1923, № 6.
65 Тюков Д. М. и Бабичева О. А. К оценке способа определения протеидного аммиака по способу Виникера. Труды ВНОМ, 1934, I, 71.
66 Тюрин И. В. Новое видоизменение объемного метода определения гумуса помощью хромовой кислоты Почвоведение, 1931, № 5/6
67. Тюрин И. В., Пономарева В. В., Новоселова Л. В. Методы определения органического углерода в водных вытяжках из почв. Проблемы советского почвоведения, 1936, № 3.
68. Тюрин И. В. Материалы по сравнительному изучению методов определения органического углерода в почвах Проблемы советского почвоведения, 1936, № 2.
69. Тюрин И. В. Органическое вещество почв. М., 1937.
70. Тюрин И. В. К вопросу о природе фульвокислот почвенного гумуса. Тр. Почвенного ин-та им. Докучаева, 1940, 23.
71. Флоровская В. Н. и Мелков В. Г. Введение в люминесцентную битуминологию. М., 1946.
72. Фляугге К. Руководство к гигиеническим способам исследования. СПб, 1882.
72а. Хартуларн Е. М. и Кузнецов С. И. Результаты просчетов общего числа бактерий в воде ряда озер. Тр лимнолог ст в Косине, 1937, 21, 117.
73. Хецров И. Р. Артезианские и грунтовые воды г Москвы. М., 1927.
74 Чулановский В. М. Применение спектральных методов к анализу бензинов. Тр Всес. конференции по аналитич химии, 1944, 3
75 Шилова Е. И. Материалы к изучению процессов гумусообразования Л., 1938
76. Шулейкин В. В. Физика моря. М., 1933—1938.
77. A study of the pollution of the Ohio River. Public Health Bull., 1924, № 143.
78 Adam N. K. A rapid method for determining the lowering of tension of exposed water surfaces Proceed of the Royal Soc of London, 1937. B 122, 134
79. Adeney W. E. The principles and Practice of the Dilution Method of Sewage Disposol Cambridge, 1928.
80. Allgeier R. J., Hafford B. C. a. Juday C. Oxidation-reduction potential and pH of lake waters. Trans. Wisconsin Akad. Sc. 1941, 33, 115.
81. Aschan O. Die wasserlöslichen Humusstoffen der nordischen Sussgewässer. Zt f. praktische Chemie, 1908, 77. 172.
82. Atkins W. R. Note on oxidisable organic matter of sea water. Journ Mar. Biol Assoc 1923, 13, № 1, 160
83. Behre A. u. s. w. Die Beurteilung von Flussgewässer auf Grund d Bestimmung von Permanganat und Chlorzahl Z. Untersuch. Lebensmittel 1930. 59, 398.
84. Berzellius J. J. Sur deux acides organiques qu'on trouve dans les eaux mineraux Annales de Chimie et de Physique, 1833, 54, 219.
85. Birge E. a. Juday C. Organic content of lake water. Bulletin of Bureau of Fisheries, 1926, 42, 185
86. Birge E. a. Juday C. Particulate and dissolved organic matter in inland lakes. Ecological Monographs, 1934, 4, № 4.
87 Buffle J. Separation et determination quantitative des matières organiques. Compt Rend de la Soc de Phys et de l'Histoire natur de Genève, 1940, 57, № 4.
88. Burtle J. G. a. Buswell A. M. Oxygen demands studies Sewage works Journal, 1937, 9, 224
89 Chauchard P. Les facteurs de variation du pouvoir reducteur de l'eau de la mer. Annales d. l'Inst. Océanogr., 1935, 15, № 3.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

90. Clarke G. a James H. Laboratory Analysis of the Selective Absorption of light by Sea water. Journ Optical Soc. of America, 1939, 29, 43.
91. Cooper L H Oxidation-reduction potential in sea water. Journ. Marine Biol. Assoc, 1937, 22, № 1.
92 Domogalla B, Juday C a Peterson W. The forms of nitrogen found in certain lake waters. J. Biolog. Chem 1925, 63, № 2.
93 Fellenberg Th Bestimmung organischer Stoffe durch Chromsäureoxydation. Biochem. Zs, 1927, 188, 365
94. Fromel W Über Absoprtionsspektren von Huminsäuren in Lösungen. Zt f. Pflanzenernahr., Düngung und Bodenkunde, 1937, 6, 93.
95 Fromel W Über ultraviolet Absorptionsspektren von Humminsaeren in Lösungen. Bodenkunde u. Pflanzenern., 1938, 11, 129
96 Hardmann Y. The surface tension of Wisconsin lake waters. Transac. Wisc. Acad Sc, 1941, 33, 395.
97. Harvey H Oxidation in sea-water Journ. of Marine Biol. Ass., 1925, 13, № 4
98. Henrici A The distribution of bacterien in lakes Problems of lake biology. Publication of the Americ. Ass for Advances of Science, 1939, № 10.
99. Hutchinson E. Thiamin in Lake waters and aquatic organisms. Archiv of biochemistry, 1943, 2, 143
100. Hutchinson E a Setlow J The Naicin Cycle in a small inland lakes. Ecology, 1946, 27, № 4
101. Imbeaux Ed Qualités de l'eau et moyens de correction. Paris, 1935.
102 Ivekovic H Determination of organic Matter in water and the value of the Analytical Results Plyn Voda, Zdrav. Tech., 1927, 17, 408, no Chemical Abstr. 1939, 33,, 4711.
103 James H a Birge E. A laboratory study of the absorption of light by lake water Transact. of the Wisconsin Acad., 1938, 31, 11
104. James H Beer's law and the properties of organic matter in lake water Transact of Wisconsin Acad, 1941, 33, 73.
105. Juday C. a. Birge E. A second report on the phosphorus content of Wisconsin lake waters Transact of the Wisconsin Acad of Sc. 1931, 26, 353.
106. Juday C a. Birge E. Dissolved oxygen and oxygen consumed in the lake waters of Wisconsin Transact. of the Wisconsin Acad of Sc, 1932, 27.
107 Juday C a. Birge E The transparency, the color and the specific conductance of the lake water of Wisconsin. Transact. of the Wisconsin Acad of Sc, 1933, 28, 205
108 Kalle X Meereskundliche chemische Untersuchungen. Mitt. IV. Annal. d. Hydrogr., 1935, 63, № 5
109. Kalle K Meereskundl. chemische Untersuchungen Ann. Hydrographie und Meteorologie, 1937, 65, № 6
110. Kalle K Die Farbe d Meeres Reports et Procès-Verbaux d Reunions, 1939, 109, № 19.
111. Keiser X Beitragez Differenz d organischen Stoffe im Wasser. Archiv. f. Hygiene, 1928, 100, 40
112. König J Bestimmung d organischen Kohlenstoffs im Wasser Zt. f Unters. d Nahrungs u. Genussmittel, 1901, 4, № 5
113 Krogh A Dissolved Substances as Food of Aquatic organisms. Cons Permanent Intern p. l'Exploration de la mer. 1931, 75
114. Krogh A u. Lange E. Quantitative Untersuchung über Plankton, Kolloide und geloste organische Substanze in dem Furesee Intern Revue d gesamte Hydrobiologie und Hydrographie, 1931, 26, 20.
115 Krogh A Conditions of Life at great depths in the ocean Ecological Monographs, 1934, 4, № 4
116. Krogh A. a. Keys A Methods for the determination of dissolved carbon and nitrogen in sea water Biol. Bull, 1934, 67, № 1.
117. Hiura Masary The significance of the Froboese chlorine number Mitteil. Med. Akad Kioto, Japan, 1940, 28, 724
118. Matsubara T. Die Selbstreinigung d organischen Substanzen. Mitteil. Med. Akad. Kioto, Japan, 1939, 25, 863.
119. Merker E Die Fluoreszenz der von Pflanzen und Tieren bewohnte Gewässer. D Naturwissenschaften, 1931, 19, № 21.
120. Moore u. s w. The nutrition and metabolism of marine animals. Biochem. Journ., 1912, 6, 255
121 Mühlenbach V. Die Bedeutung d Froboeseschen Chlorzahl bei Flusswasserunterschung. Gesundh. Ingenieur, 1935, 58, № 20.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

122. Nathanson A. Über die allgemeinen Produktionsbedingungen im Meere. Intern. Revue d. gesamte Hydrobiologie und Hidrographie, 1908, 1, 44.
123. Oden Sv. Die Huminsäuren. Kolloidchem. Beihefte, 1919, 11, 75.
124. Ohlmüller-Spitta Untersuchung und Beurteilung des Wassers. B., 1931.
125. Olszewski W. Kaliumpermangenetverbrauch, Chlorzahl d. Wassers.- Zeitschr., f. angew Chem., 1926, 39, 1309.
126. Peterson W. H., Fred E. a. Domogalla B. The occurrence of amino-acids and other organic compounds. J. Biol. Chem., 1925, 63, № 2.
127. Phelps E. B. The Biochemistry of Sewage. 8-th International Congress of Applied Chemistry, 1912, 26, 251.
128. Raben E Vierte Mitteilung über quantitative Bestimmungen von Stickstoffverbindungen im Meerwasser. Wissenschaftliche Meeruntersuchungen. Abteilung Kiel, 1914, 16, 209
129. Redfield A, Smith H a. Ketchum B The cycle of organic phosphorus in the Gulf of Maine Biol Bull. 1937, 73, № 3.
130. Rideal. Water and its purification London, 1902.
131. Rivers Pollution Kommission. Report VI, London, 1874.
132. Robinson R a. Wirth H. Free Ammonia, Albuminoid N and organic N in the Waters of the Pacific Ocean. Journ. du Conseil, 1934, 9, № 1 a, 2.
133. Rouch J Manuel d'oceanographie physique Paris, 1922.
134. Ruppin E Über die Oxydierbarkeit d Meerwassers durch Kaliumpermanganat. Publication de circonstance, 1904, № 20
135. Sauer E et Rose G A propos d'un procédé de dosage des matières organiques dans les eaux Zt f anal Chem., 1938, 114, № 3/4.
136. Schultze Z Bestimmung d. Oberflachen aktiven Verunreinig. im Wasser. Zt f anal. Chem., 1935, 100, № 1—2
137. Serio F u. Fiandaca S Der nach der Methode von Kjeldhall nicht bestimmbare Stickstoff Biochem Zs, 1932, 250, 408.
138. Simon L Sur l'oxydation par les mélanges d'acide sulfurique et de chromates C R., 1922, 174, 1706; 1922, 175, 167, 525, 768, 1070; 1923, 177, 122, 265
139. Spring W. Sur le rôle des composées ferriques et des matières humiques. Bull Acad Royale Science Belgique, 1897, 34, (3), 578.
140. Standard Methods for the examination of water and sewage N. York, 1936
141. Stanĕk Vl. u Nemes T Über die neue mikroanalitische Methode zu Elementaranalyse. Zt f. anal. Chem., 1933 95, 244
142. Starkey R Changes in the content of certain B-vitamins in organic materials Soil Science, 1944, 57, 247
143. Strebinger R. Bestimmung d. Sauerstoffgehaltes organischen Substanzen Zt. f anal Chem., 1919, 58, 97.
144. Theriault E J. The Rate of deoxygenation of Polluted waters. Publ. Health Rep., 1926, 41, № 6.
145 Thorpe Ed A dictionnary of applied Chemistry London, 1930.
146 Tiemann-Gärtners Handbuch der Untersuchung und Beurtheilung d Wasser Braunschweig, 1895
147. Trask P Organic content of recent marine sediments A Symposium Recent Marine Sediments. USA, 1939
148 Tresch J. a Beale J The examination of waters London, 1925.
149. Wagenhols H., Theriault E., Homman H Sewage treatment in United States Publ Health Bulletin, 1923, № 132
150. Waksman S. a Carey C. Decomposition of organic Matter in sea water. Journ. of Bacteriology, 1935, 29, № 5.
151. Wanklyn u. Chapman По Caselmann W. Über die Analysen von Trinkwasser. Zt. f anal. Chem., 1869, 8, 435.
152. Williams R, Rohrman E. a Christensen B. Organic Oxidation Equivalent Analyses II. By the use of Jodate Journ. of the Amer. Chem. Soc., 1937, 59, 291.
153. Winkler L W Bestimmung d Albumin und Proteid ammoniak Zt. f. anal. Chem., 1902, 41, 290.
154. Zobell Cl. Some factors which influence oxygen consumption by bacteria in lake water Biol. Bulletin, 1940, 78, № 3.
155. Ohle W. Über organische Stoffe in Binnenseen. Verhandlungen d. Internat. Vereinig f. theoret. und angew. Limnologie, 1934, 6, 249.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

ТРУДЫ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ АКАДЕМИИ НАУК СССР, IX

В. В. ДАНИЛОВА

К СОДЕРЖАНИЮ ФТОРА В ПОРОДАХ

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

СОДЕРЖАНИЕ

Стр

I. Введение 129
II. Фтор в массивных кристаллических породах 130
III. Фтор в вулканических породах 132
IV. Осадочные породы 134
V. Выводы 134
Литература 134

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

I. ВВЕДЕНИЕ

Настоящая работа составляет часть исследований, ведущихся по геохимии рассеянного фтора.

Относящийся к группе рассеянных элементов фтор содержится во всех породах земной коры, почвах, водах и организмах. По данным академика Ферсмана, фтор составляет 0.08% в земной коре.

Академик Вернадский указывал для весового кларка фтора в земной коре значение, равное 0.1%.

Кларк и Вашингтон (1924) считали среднее содержание фтора в изверженных породах равным 0.03%.

Данные по содержанию фтора в породах и минералах весьма ограничены.

Некоторые имеющиеся данные о содержании фтора в породах в значительной степени преувеличены, так как все цифры были получены мало чувствительными методами.

Наиболее достоверные результаты о содержании фтора в породах, полученные современными методами, имеются в работе Шеферд (1941).

На основании своих исследований Шеферд делает заключение, что фтор распространен в земной коре не в меньшем количестве, чем хлор. Им исследованы различные образцы пород на содержание фтора; результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1

Содержание фтора в различных породах по Шеферду

Название пород	Содержание фтора, %
Базальты	$3.5 \cdot 10^{-2}$
Граниты	$3.9 \cdot 10^{-2}$
Черные слюды	$7 \cdot 10^{-2}$
Сиениты	$2.27 \cdot 10^{-2}$
Глинистые сланцы	$1 \cdot 10^{-2}$
Доломиты и известняки	$3 \cdot 10^{-2}$
Среднее для осадочных пород	$2.7 \cdot 10^{-2}$

Шеферд отмечает относительное обогащение фтором глубоководных глинистых осадков моря, содержащих в среднем около $5 \cdot 10^{-2}$% фтора. Объясняется это тем, что глины задерживают большее количество фтора. Им исследованы также продукты вулканического извержения (лавы, стекла и др.), где в среднем найдено $4 \cdot 10^{-2}$% фтора.

По данным Цнес, содержание фтора в лавах равно $1 \cdot 10^{-2}$%; в вулканическом пепле $3.5 \cdot 10^{-2}$%.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Задачей настоящего исследования является получение более полных данных о содержании фтора в породах.

С этой целью были проведены определения фтора в массивных кристаллических породах, продуктах вулканических процессов и осадочных породах (известняках, доломитах, ангидритах и гипсах).

При определении малых количеств фтора в породах мы пользовались разработанным нами методом (описанным в предыдущих наших работах. 1944), основанном на отгоне фтора из кислых растворов в специальном стеклянном приборе и последующим колориметрированием с цирконализариновым индикатором. Точность метода ± 0.01 мг в 100 мл.

II. ФТОР В МАССИВНЫХ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОДАХ

Исследовались массивные кристаллические породы из разных районов СССР. Результаты представлены в табл. 2, где дано среднее содержание фтора в гранитах, базальтах и других породах.

Таблица 2

Содержание фтора в массивных породах

Название пород	Содержание фтора, %	Место сбора образцов
Кислые породы		
Гранит щелочной	$4 \cdot 10^{-2}$	Ст. Бердяуш, Юж. Урал
» »	$4 \cdot 10^{-2}$	Нипорь, Кольск. п-ов
» »	$3 \cdot 10^{-2}$	Абхазия, гора Малый Схалач
» »	$2 \cdot 10^{-2}$	Онежское озеро
» »	$3 \cdot 10^{-2}$	Камчатка, бухта Ахтанти
» гранодиорит	$4 \cdot 10^{-2}$	Инская каменоломня, Украина
» биотитовый	$3 \cdot 10^{-2}$	Верх. Катунск. альпы, Алтай
Гранит с роговой обманкой	$5 \cdot 10^{-2}$	Топозеро, Карелия, массив Кусвара
Среднее	$3.5 \cdot 10^{-2}$	
Основные породы		
Базальт	$2 \cdot 10^{-2}$	Оз. Вилюй, Камчатка
» с порфировой структурой	$3 \cdot 10^{-2}$	Аджаристан, Хулинский район
» » »	$3 \cdot 10^{-2}$	Река Хатанга, Вост. Сибирь
Базальт мелилит, с включен роговой обманки	$4 \cdot 10^{-2}$	Турий мыс, Кольск. п-ов
Базальт	$2 \cdot 10^{-2}$	Р. Буксон, Саяны, Вост. Сибирь
Дунит	$3 \cdot 10^{-3}$	Камчатка
Габбро	фтора меньше, чем $1 \cdot 10^{-2}$ (% ошибки метода)	С.-З. Алтай
»		Окрестности Боржоми, Кавказ
Щелочные породы с нефелином		
Нефелиновый сиенит	$7 \cdot 10^{-2}$	Вуоннемйока, Хибинский район
Сиссартит	$4 \cdot 10^{-2}$	
Сиенитодиорит	$7 \cdot 10^{-2}$	
Нефелин	$6 \cdot 10^{-2}$	Озеро Гокча, Хибинский район
Среднее	$6 \cdot 10^{-2}$	

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Как видно из приведенного материала, отдельные типы пород мало отличаются по содержанию в них фтора. Некоторая закономерность намечается в породах, расположенных в порядке понижения их кислотности, при этом замечено, что наиболее кислые породы содержат больше

Таблица 3

Содержание фтора в вулканических породах некоторых вулканов Камчатки

№ п.п.	Основные вулканические породы	Содержание фтора, %
1	Базальтовая лава, изв Ключевск. вулк., 1937—1938 гг	$6 \cdot 10^{-2}$
2	Базальт, бомба плотная оттуда же, 1937—1938 гг . . .	$6 \cdot 10^{-2}$
3	» » пористая, Ключевский вулкан	$2 \cdot 10^{-2}$
4	Тефрит везувий, 1940 г.	$6 \cdot 10^{-2}$
5	Щелочной базальт плотн. сложения, вулк. Шевелуч	$1 \cdot 10^{-2}$
6	Базальт, лава потухш. вулк. Харченского (постплиоцен)	$3 \cdot 10^{-2}$
7	» » » » Орловки (проба 1)	$3 \cdot 10^{-2}$
8	» » » » » (проба 2)	$2 \cdot 10^{-2}$
9	» » » » Юрточного (плиоцен) . . .	$1.2 \cdot 10^{-2}$
9а	Базальт Алагеза	$2 \cdot 10^{-2}$
	Среднее . .	$3.5 \cdot 10^{-2}$
	Средние вулканические породы	
10	Андезитовая роговая обманка, вулк. Шевелуч	$5 \cdot 10^{-2}$
11	» лава измен. вулк. Шевелуч	Фтора меньше, чем $1 \cdot 10^{-2}$ (% ошибки метода)
12	Продукты изменения фумарольными газами	
13	Андезит, лава каолинизированная	
14	» , пемза	
15	Эксплозивный песок	$1 \cdot 10^{-2}$
16	Андезит Алагеза	$1 \cdot 10^{-2}$
17	Андезит, базальт Алагеза	$1 \cdot 10^{-2}$
	Среднее . .	$2 \cdot 10^{-2}$
	Кислые породы	
18	Трахитоандезит, лава потухш. вулк. Юрточного	0
19	Липарито-дацит, » » » Лежигд	0
20	Риолит, стекло вулк. Шевелуч	$3 \cdot 10^{-2}$
21	Дацит, Камчатка	$1 \cdot 10^{-2}$
22	Дацит белый	$3 \cdot 10^{-2}$
23	» темный, Алагез (проба 1)	$2 \cdot 10^{-2}$
24	» » » (проба 2)	Количество фтора ниже предела точности метода
	Среднее . .	$2.25 \cdot 10^{-2}$
	Возгоны	
25	Сублиматы Ключевского вулк., 1937—1938 гг.	$6 \cdot 10^{-1}$
26	» Шевелуч	$3 \cdot 10^{-2}$
27	» » из формул (проба 1)	$2 \cdot 10^{-2}$
28	» » » (проба 2)	$1 \cdot 10^{-2}$
	Среднее . .	$2 \cdot 10^{-2}$

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

фтора ($3.5 \cdot 10^{-2}$%) по сравнению с основными ($2.8 \cdot 10^{-2}$%). Эти данные вполне согласуются с результатами, полученными Шеферд для подобных пород.

Несколько повышенное содержание фтора в кислых породах дает основание предполагать, что фтор в глубинных условиях в процессе дифференциации магмы фиксируется главным образом в слюдах, роговых обманках, обогащая кислые остаточные продукты магмы.

Исследование щелочных пород (нефелины, сиениты) из района Хибин показало повышенное содержание фтора, в среднем равное $6 \cdot 10^{-2}$%.

III. ФТОР В ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОРОДАХ

Были исследованы образцы вулканических пород, собранные в районе действующих вулканов Северной Камчатки. В табл. 3 дается содержание фтора в породах некоторых вулканов Камчатки.

Здесь приводится среднее содержание фтора для отдельных пород, которое изменяется в пределах от $1 \cdot 10^{-2}$% до $4 \cdot 10^{-2}$%. Отмечается повышенное содержание фтора в основных породах $4 \cdot 10^{-2}$% по сравнению с кислыми $1 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-2}$%.

Основные эффузивы поздних извержений (1937—1940 гг.), (см. № 1, 2, 4 в табл. 3) особенно выделяются повышенным содержанием фтора, доходящим до $6 \cdot 10^{-2}$%. Эффузивы средние и кислые отличаются пониженным содержанием фтора, граничащим с полным его отсутствием

Значительные колебания по содержанию фтора в различных эффузивах, возможно, объясняются присутствием в них роговой обманки, содержащей до $5 \cdot 10^{-2}$% фтора. Содержание фтора также зависит от пористости эффузивных пород.

Исследованием пористых и плотных пород было установлено, что плотные породы в среднем наиболее богаты фтором, что видно из сопоставления этих пород в табл. 4.

Таблица 4

Сопоставление содержания фтора в плотных и пористых породах

Плотные породы	Содержание фтора, %	Пористые породы	Содержание фтора, %
Породы основные:		Базальт бомба (3)	$2 \cdot 10^{-2}$
Базальт (1)[1]	$6 \cdot 10^{-2}$		
Щелочной базальт (5)	$4 \cdot 10^{-2}$	Андезит-пемза (14)	0
Породы средние.		Эксплозивный песок (15) . .	$1 \cdot 10^{-2}$
Андезит (11,13)	$1 \cdot 10^{-2}$	Трахитоандезит (18)	0
Породы кислые:		Липарито—дацит (19) . . .	0
Риолит (20)	$3 \cdot 10^{-2}$		

[1] Цифры в скобках соответствуют номерам в табл. 3.

Очевидно, фтор с течением времени теряется из пористых лав в большей степени, чем из плотных. Это хорошо видно из табл. 3 на плотных основных породах (от 1 до 8, исключая 3 пористую), расположенных по увеличивающемуся возрасту. Наличие большого количества фтора в породах одного из последних извержений (от 1—3) говорит о лучшем сохранении в них фтора по сравнению с породами, взятыми через несколько лет после их извержения.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Так, в сублиматах извержения Ключевского вулкана 1937—1938 гг. (табл. 3, № 25) определено высокое содержание фтора: $6 \cdot 10^{-1}$%; сублиматы вулкана Шевелуча (табл. 3, № 26—28), которые по составу являются образованием бывших фумарол группы серы, спустя много лет после извержения содержат в среднем $2 \cdot 10^{-2}$% фтора. Возможно, что в данном случае большая часть фтора вымылась водами.

Также были исследованы образцы вулкана Алагеза, которые по содержанию фтора не отличаются от образцов Камчатки.

Таблица 5

Содержание фтора в осадочных породах

Название породы	Возраст	№ скв.	Глубина, м	Содержание фтора, %
1	2	3	4	5
Доломиты	P_2	4	93—101	$3 \cdot 10^{-2}$
»	P_2	4	39 до 40	$2 \cdot 10^{-2}$
»	P_2	4	132.25—134	$2 \cdot 10^{-2}$
»	C_3^{III}	9	180—184	$2 \cdot 10^{-2}$
»	C_3^{III}	4	164—167.80	$3 \cdot 10^{-2}$
»	C_3^{III}	4	211.30—212	$2\ 5 \cdot 10^{-2}$
»	C_3^{II}	4	193.12—200.44	$2.7 \cdot 10^{-2}$
»	P_2	4	104.70—106.35	$3 \cdot 10^{-2}$
»	P_2	4	140.900—142	$2 \cdot 10^{-2}$
»	C_3^{II}	4	245,10—246	$3 \cdot 10^{-2}$
			Среднее	$2\ 5 \cdot 10^{-2}$
Известняки	P_2	4	8 23	$1\ 5 \cdot 10^{-2}$
»	P_2	4	10.14—70	$3 \cdot 10^{-2}$
»	C_3^{II}	4	228.44—231	$2.7 \cdot 10^{-2}$
»	C_3^{II}	9	224.57—245 33	$2.3 \cdot 10^{-2}$
»	C_3^{II}	9	219.91—223.65	$2 \cdot 10^{-2}$
»	C_3^{II}	9	192—193.12	$2 \cdot 10^{-2}$
»	C_3^{II}	4	226.61—228.44	$2 \cdot 10^{-2}$
»	P_2	4	120—124	$2 \cdot 10^{-2}$
»	C_3^{I}	4	250.40—256.20	$3 \cdot 10^{-2}$
			Среднее	$2\ 27 \cdot 10^{-2}$
Ангидриты		2	114.70—121 06	$1.5 \cdot 10^{-2}$
»		4	106.35—115.25	$1.5 \cdot 10^{-2}$
»		3	116.75—119 25	$1.3 \cdot 10^{-2}$
»	P_1	4	48 52—52.52	$1.2 \cdot 10^{-2}$
»		4	30.30—36.03	$1.3 \cdot 10^{-2}$
»		4	37.50—38	$2 \cdot 10^{-2}$
»		4	101.70—114.20	$1.2 \cdot 10^{-2}$
			Среднее	$1.42 \cdot 10^{-2}$
Гипсы		4	96.95—98.95	$1.5 \cdot 10^{-2}$
»		4	20.30—28.25	$1\ 2 \cdot 10^{-2}$
»	P_1	2	101.40—103,80	$1.3 \cdot 10^{-2}$
»		2	114 39—117.64	$1.5 \cdot 10^{-2}$
»		9	120.70—128.64	$1 \cdot 10^{-2}$
			Среднее	$1\ 25 \cdot 10^{-2}$

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

IV. ОСАДОЧНЫЕ ПОРОДЫ

Большой интерес представляет также изучение распространения фтора в осадочных породах: известняках, доломитах, гипсах и ангидритах. Исследовался керновый материал, собранный в районе Верхнего Поволжья Нефтепоисковой партией Татарского геологического разведочного треста.

Район работ партии, где производилось бурение скважин, расположен в ближайших окрестностях Казани и, как и бóльшая часть территории Татреспублики, сложен на значительную глубину осадочной толщей пермских и каменноугольных отложений.

Керновый материал различных скважин, подвергнутый исследованию, относится почти исключительно к горизонтам нижней перми и верхнего карбона.

Результаты представлены в табл. 5. Среднее содержание фтора для исследованных осадочных пород равно $2 \cdot 10^{-2}\%$, что согласуется с прежними наблюдениями Шеферда.

Из табл. 5 видно, что среднее содержание фтора в доломитах и известняках равно $2.39 \cdot 10^{-2}\%$, а в ангидритах и гипсах $1.33 \cdot 10^{-2}\%$.

Таким образом, внутри довольно однообразной известково-доломитовой толщи, где при незначительных литологических отличиях отдельных горизонтов трудно было ожидать больших колебаний в содержании фтора, наблюдается, однако, заметное повышение фтора в доломитах и известняках по сравнению с гипсами и ангидритами.

По вопросу о генезисе флюорита в осадочных породах многие авторы: Пустовалов (1937), Казаков (1936), Бушинский (1936), Батурин (1938) придерживаются того мнения, что выпадение флюорита как химического осадка морской воды происходит при увеличении концентрации содержащихся в ней солей.

V. ВЫВОДЫ

На основании определения фтора в породах установлено, что среди массивных кристаллических пород повышенным содержанием фтора отличаются кислые породы ($3.5 \cdot 10^{-2}\%$ F) по сравнению с основными ($2.85 \cdot 10^{-2}\%$ F).

Исследование продуктов вулканических процессов показало более повышенное содержание фтора в основных породах ($4. \cdot 10^{-2}\%$ F), чем в кислых и средних ($1.26 \cdot 10^{-2}\%$ F).

В результате исследования осадочных пород наметилось постоянное повышение фтора в доломитах и известняках ($2.39 \cdot 10^{-2}\%$ F) по сравнению с гипсами и ангидритами ($1.33 \cdot 10^{-2}\%$ F).

В заключение приношу благодарность руководителю работы члену-корреспонденту А. П. Виноградову за оказанную помощь при выполнении данной работы.

ЛИТЕРАТУРА

Бушинский Г. И. Изв. АН СССР, Серия геол., 1936, № 5.
Батурин В. П. ДАН СССР, 1938, 19, № 6/7, 593—596.
Данилова В. В. Тр. Биогеохим. лаб., 1944, 7.
Казаков А. В. Советская геология, 1936, № 6.
Clarke F. W. a. Washington H. S. The composition of the Earth's crust. Profess. paper u. St. Geol Survey, 1924, 1, 108—127.
Zies E. G. The valley of Ten Thousand Smokes.
Пустовалов Л. В. Петрография осадочных пород, 1937, № 1.
Ферсман А. Е. Геохимия, 1.
Shepherd E. S. Amer J. of Sci 1941, 2, 17.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

ТРУДЫ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ АКАДЕМИИ НАУК СССР. IX

М. П. БЕЛАЯ и Н. В. ТАГЕЕВА

О ХИМИЧЕСКОМ ЭЛЕМЕНТАРНОМ СОСТАВЕ ПШЕНИЦ ЧИСТЫХ ЛИНИЙ

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

I. Введение 137
II. Методика исследования пшениц на содержание различных элементов . . . 140
III. Результаты исследования пшениц из разных сельскохозяйственных участков Союза 143
IV. Выводы 145
Литература 145

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

I. ВВЕДЕНИЕ

1. Изучение химического элементарного состава пшениц (Triticum) чистых линий является одним из звеньев серии работ по химическому элементарному составу организмов.

Первая работа [1] в этом направлении касалась изучения химического элементарного состава ряски (Lemna), четырех ее видов, собранных в разных географических пунктах и в разные годы.

Выяснилось, что химический элементарный состав отдельных видов Lemna мало изменяется в течение ряда лет и характеризуется порядками нахождения в них отдельных химических элементов.

В дальнейшем был опубликован ряд работ сотрудников нашей лаборатории по вопросу изучения химического элементарного состава организмов [2, 3, 4].

Исследование зерен пшениц чистых линий представляло интерес в том отношении, что помимо установления их химического элементарного состава позволяло рассмотреть вопрос, насколько велик диапазон изменений химического элементарного состава при культивировании пшениц чистых линий в различных условиях.

Несмотря на то, что к настоящему времени по анализу пшениц накопился обширный материал, к нему приходится относиться критически, так как во многих случаях неизвестно точное название тех форм пшениц, какие анализировались; часто неизвестно также, какой метод применялся при анализе; кроме того, приведенные в литературе данные рассчитаны на золу, и отсутствуют цифры, позволяющие произвести пересчет на сухой вес, и т. д. Исследование состава пшениц сводилось главным образом к определению азота, вернее, к установлению количества белка в зерне различных чистых линий (сортов).

Первой обстоятельной работой в области влияния географических условий на химический состав пшениц было исследование Лясковского [5]. Им в 1865 г. было опубликовано большое число данных по содержанию азота в пшеницах, выращенных в различных местах России.

Содержание азота в пшеницах дало значительные колебания:

для Европейской России	от 1.95 до 4.25%
для Кавказа	» 2.62 » 4.30%
для Сибири (два образца)	» 2.73 » 2.75%

Лясковский тогда уже отметил, что различие вызывается влиянием климата, температурой и влажностью воздуха и почвы, затем удобрением и, наконец, сортом пшеницы.

Более поздние данные, 1935 г., по Сибири (Восточно-Сибирскому краю), полученные Поповым [6], показывают для яровых пшениц (Triticum sativum) колебания:

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

по азоту . . . . . от 1.83 до 2.88%
по золе . . . . . » 0.97 » 1.51%

Затем следует отметить исследования Тулайкова [7]. Он произвел ряд опытов по выяснению изменчивости в составе пшеничного зерна. Тулайков высевал в Заволжье пшеницы различного происхождения и получал в зернах их очень близкие количества азота:

Для мягких пшениц:					
Triticum vulgare ferrugineum	— 3.55%	азота	на	сухой	вес
» » erithro-permum	— 3.44%	»	»	»	»
Для твердых пшениц:					
Triticum durum Lutescens	— 2.26%	»	»	»	»
» » milturum	— 3.30%	»	»	»	»

Автор отмечает большое влияние концентрации почвенного раствора на химический состав зерна.

Особенно хорошо было изучено им высокое осмотическое давление почвы в солонцах Юго-Востока России и его влияние на накопление азота в зернах пшениц; так, выращенные на солонцах сорта: Белотурка, Арнаутка и Полтавка дали 3.58, 3.69 и 3.67% азота, а выращенные на нормальной почве — 3.10, 2.83 и 3.09%.

Подводя итоги этой работы, автор приходит к выводу, что различия в содержании азотистых веществ в зернах пшениц урожая определенного года и при определенных почвенных и климатических условиях могут быть и должны быть объяснены различиями в составе почвенного раствора (химический состав и осмотическое давление); ботанические различия пшениц не играют в этом отношении никакой роли.

Ряд авторов [8] придерживается мнения Тулайкова.

Тулайков и Вюалфларт [9] считали, что в определенных условиях происходит стирание ботанических разновидностей пшеницы; так, благодаря высокому осмотическому давлению почвенного раствора все пшеницы дают почти одинаково высокое содержание белка в зерне.

В противоположность такой точке зрения ряд исследователей приходит к другому заключению.

Уильямс [10] на опытной станции в Огайо определял азот в течение четырех лет у 43 сортов озимой пшеницы. Он заметил, что сортовая разница по отношению к белку существует, но что имеются и большие отклонения в процентном содержании белка в различные годы.

Это же находит и Герике [11]. Он указывает, что не все сорта пшениц одинаково реагируют на увеличение количества азота в почве. Герике выращивал на питательных солях в условиях водной культуры два различных сорта пшениц: Bunyip и Pusa. Растения получали в неограниченном количестве как зольные элементы, так и азот и воду, и тем не менее здесь резко сказалось сортовое отличие не только в количестве, но и в качестве белка: Bunyip дал 13.9% белка, Pusa дал 17.3% белка.

Сорта пшениц, по наблюдениям Герике, резко отличаются по своей способности использовать полное минеральное удобрение для накопления в зерне белка. Кроме того, это накопление происходит у разных сортов с неодинаковой интенсивностью в одних и тех же фазах развития; потребность в питательных веществах у различных сортов различна.

По четырехлетним наблюдениям Иванова и его сотрудников [12] над пшеницами, выращенными в Горках (БССР), содержание белка оказалось равным:

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

для Hordeiforme (твердая пшеница) — 12.0%
для pseudogostium (мягкая пшеница) — 17.06%

Сортовые различия по накоплению золы также заметны. По данным Княгиничева [12], получено по годам (в %):

Сорта	Годы			
	1930	1931	1932	Среднее
Lutescens 1060/10	1.68	1.86	2.06	1.87
Украинка	1.84	1.98	2.26	2.09

Украинка в среднем из трех лет накопила золы на 12% больше, чем Лютесценс.

В результате четырехлетних опытов над пшеницами СССР в различных пунктах Союза, предпринятых сотрудниками Ленинградского отделения Всесоюзного института растениеводства [12], были сделаны выводы, что сортовые различия существуют, и для изучения их требуются дальнейшие исследования.

Литературные данные показывают, что в среднем озимые пшеницы содержат меньше золы, чем яровые [13], и что в стекловидных пшеницах золы больше, чем в мучнистых, мягких [14].

Так, Гравес, Аерон, Бракен и Гирет [14] в результате исследования ряда яровых и озимых пшениц, дают следующую сводку [1]:

	Зола	Ca	Mg	K	Fe	P	S
Яровые	1.58	0.071	0.192	0.391	0.0058	0.298	0.207
Озимые . . .	1.40	0.068	0.157	0.361	0.0064	0.276	0.188

Третьяков [15] еще в 1913 г. указывал на различие в химическом составе зерна озимой и яровой пшеницы.

То же подтверждается и сотрудниками Всесоюзного института растениеводства (Ленинградский филиал). Выше были приведены также их данные для сравнения состава твердых и мягких пшениц.

Пшеничное зерно оказалось в высшей степени пластичным материалом, резко реагирующим на окружающие условия, благодаря чему выявить специфические особенности в химическом составе чистых видов и линий оказалось в достаточной мере сложной и трудной задачей, полностью не разрешенной до настоящего времени.

2. При нашем исследовании важно было иметь пшеничные зерна чистых линий гарантированной чистоты.

Такой материал был предоставлен нам Ленинградским филиалом Всесоюзного института растениеводства.

Работа проводилась нами в 1939—1941 гг.

Было проанализировано 5 чистых линий пшениц:

Lutescens 062, Caesium 0111, Hordeiforme 010, Украинка и Ferruginem 01239 из разных мест Союза следующих сельскохозяйственных участков:

1. Крутоярский (Красноярский край, лесные черноземы).
2. Макушинский (Челябинская обл., черноземы).

[1] Содержание золы и отдельных элементов выражено в %.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

3. Краснодарский (Краснодарский край, приазовский мощный чернозем).
4. Камышинский (Сталинградская обл., каштановые почвы)).
5. Колутонский (Карагандинская обл., каштановые почвы).
6. Авангард (Совхоз, Украина, чернозем).
7. Отрадо-Кубанский (Кубань, лугово-черноземные почвы).
8. Белореченский (предкавказский чернозем).
9. Северо-Двинский (светлосерые лесные почвы).
10. Акимовский (чернозем).

II. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ПШЕНИЦ НА СОДЕРЖАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Для каждого элемента была принята опробованная в нашей лаборатории методика.

Так как довести пробы до постоянного веса не удается, то сухой вес принимался условно после следующей обработки материала: целые зерна пшеницы (навеска около 25 г) выдерживались в термостате в течение 12 час., после чего взвешивались первый раз. Повторные взвешивания производились через 3—4 часа после первого, и если разница в весе превышала 1% первой потери, последний вес принимался за сухой, и на него рассчитывались анализы.

Для анализа на отдельные элементы брались не высушенные зерна (воздушно-сухие).

В случае, если надо было брать небольшие навески, то пшеничные зерна, не меньше сотни, измельчались в агатовой ступке, и из такой пробы отбиралась нужная часть.

Углерод и водород определялись по Либиху (элементарное сжигание с восстановительной медной сеткой, серебряным асбестом и хроматом свинца для поглощения SO_3).

Азот определялся по Кьельдалю с медным купоросом в качестве катализатора; зола — путем сжигания навески в муфельной печи при низкой температуре (не выше 600°).

Фосфор и сера определялись из одной навески. Последняя сжигалась в концентрированной азотной кислоте (уд. в. 1.51); затем, после удаления избытка азотной кислоты и нейтрализации остатка содой, выпаренный и высушенный остаток сплавлялся в никелевом тигле с четырехкратным количеством перекиси натрия и соды, сплав растворялся в соляной кислоте, и кремневая кислота удалялась обычным путем. Фильтрат делился на две части: в одной определялась сера (в виде $BaSO_4$); в другой фосфор, который выделялся в виде фосформолибдата, а затем переосаждался магнезиальной смесью и определялся, как $Mg_2P_2O_7$.

Кальций и магний определялись из одной навески. Зола зерен растворялась в разбавленной соляной кислоте, кремнекислота удалялась обычным путем; затем дважды осаждались фосфаты углекислым аммонием в присутствии хлорного железа. Фильтрат выпаривался до небольшого объема, и кальций осаждался щавелевой кислотой в присутствии хлористого аммония и аммиака, отфильтровывался, промывался и титровался перманганатом.

В фильтрате, после удаления аммонийных солей, осаждался магний кислым фосфорнокислым натрийаммонием и определялся в виде пирофосфата магния.

Хлор определялся после мокрого сожжения, для чего навеска помещалась в колбу Эрленмейера, куда приливались 1/50 *N* раствор азотно-

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

кислого серебра и концентрированная азотная кислота. Содержимое колбы нагревалось в течение 5—6 час., но не доводилось до кипения. Под конец окисления избыток азотной кислоты удалялся выпариванием жидкости до небольшого объема, затем прибавлялся немного сухой перманганат до тех пор, пока раствор не приобретал фиолетовую окраску. Последняя разрушалась несколькими каплями разбавленной перекиси

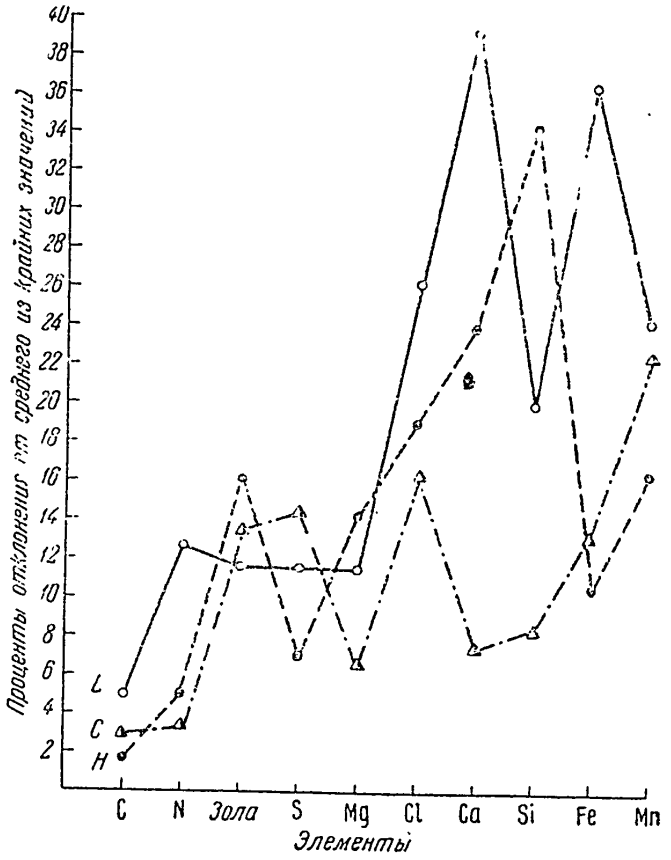


Рис. 1. Характеристика трех видов пшениц чистых линий

L — Lutescens 062.
C — Caesium 0111.
H — Hordeiforma 010.

водорода, раствор кипятился несколько минут, охлаждался, и избыток серебра отфильтровывался 1,50 *N* раствором роданистого аммония в присутствии железоаммиачных квасцов.

Железо определялось путем восстановления до двухвалентного в сернокислом растворе при помощи сероводорода, после чего последний удалялся пропусканием через раствор углекислого газа, затем железо отфильтровывалось 1/100 *N* раствором перманганата.

Марганец определялся колориметрически. Для окисления марганца употреблялся персульфат аммония в присутствии азотнокислого серебра.

Кремний определялся обычным в аналитической химии путем — весовым методом.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Таблица 1

Результаты анализа пяти видов пшениц чистых линий

№ п/п	Название	Место сбора (сортоучасток)	Год	%					$\%\times10^{-1}$			$\%\times10^{-2}$			$\%\times10^{-3}$	
				C	O	H	N	зола	P	S	Mg	Cl	Ca	Si	Fe	Mn
1	Lutescens 062	Крутоярский	1934	46.67	41.97	6.64	2.88	1.84	3 36	2.09	1 34	6.8	4.1	1.73	6.6	3 2
2		»		44.85	43.82	6.84	2.92	1.57	не опр.	2.13	1.38	6 8	4.1	1.88	6.0	2.8
3		Макушинский	1935	45.52	43.39	6.63	2.67	1.79	» »	1 98	1.33	11.4	4.6	1.25	3.4	4 0
4		Краснодарский		43.62	44.77	7.16	2.45	2.00	4.66	1 95	1.15	6.7	4.4	1.30	3.8	4.0
5		Камышинский		42.62	46 47	6.79	2.25	1.87	не опр	1 70	1.11	7.2	2.0	1.82	3.1	4.6
6	Caesium 0111	Крутоярский	1934	45.10	43.60	6.69	2.86	1.75	3.21	1.97	1 4	7.1	3.7	1.03	6.1	3.0
7		»		43.13	45.29	7.09	2.91	1.58	не опр.	1.95	1.45	7.1	3.7	0.88	6 8	2.7
8		Макушинский	1935	44.67	43 25	7.17	2.83	2.08	4.60	1 99	1.6	9.8	4.3	1.02	3.6	4.2
9		Колутонский		45.83	42.24	7.21	3.04	1.68	3.26	2 09	1 5	8.2	3.6	0.94	5 3	4.0
10	Hordeiforme 010	Крутоярский	1934	45.30	43 13	7 07	2.85	1.65	2 82	1.80	1.16	6.6	3.1	0.97	3.3	3.3
11		»		43.58	45 08	6.91	2 91	1.52	не опр.	1.95	1.12	6.5	3.0	0.75	4.1	2.0
12		Макушинский	1935	44.55	43.97	6.82	2.63	2.03	4.46	2.01	1.5	7.3	3.1	1.36	3.3	4.1
13		Краснодарский		44.97	43.57	6.97	2 68	2.01	4 84	2.08	1.4	5.0	2 2	1 19	3.3	3.4
14		Авангард		44.43	44.39	7 01	2.62	1.55	2.82	2.02	1.4	7 2	1.9	1.53	3.3	3.0
15	Украинка	Отрадо-Кубанский	1935	44 50	44 24	7 05	2.55	1.66	не опр.	1.90	1.53	9 8	2.3	0.80	4.0	3.4
16		Белореченский		43.36	45 28	7.30	2.02	2.04	» »	1.48	1.52	7.2	2 4	0 91	3.2	2.4
17		Северо-Двинский		42.73	46.02	7 18	2.14	1.93	» »	1.54	1.56	7.5	2.2	0.54	4.6	4.2
18	Ferrugineum 01239	Северо-Двинский	1935	44.47	44.91	6 63	2 08	1 91	4.43	1 59	1.11	7 0	2.4	0.62	2 3	2.5
19		Акимовский		44.70	44 75	6.56	2.67	1.32	2.47	2 03	1 2	10.4	2.6	1.28	4.3	2.1

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6
Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Таблица 2

Среднее для зерен каждой чистой линии в % на сухой вес

	Lutescens 062	Caesium 0111	Hordeiforme 010	Украинка	Ferrugineum
C %	44 65	44 68	44.57	43 56	44.58
N %	2.63	2.91	2 74	2.36	2.32
Зола %	1.81	1 77	1.75	1.88	1.62
S % × 10^{-1}	1.97	2 00	1.97	1.64	1 81
Mg % 10^{-1}	1.26	1 19	1.32	1.56	1.16
Cl % 10^{-2}	7.8	8.1	6.5	8.2	8 7
Ca % × 10^{-2}	3 0	3 8	2 8	2 3	2 5
Si % × 10^{-2}	1 6	0.97	1.17	0 75	0.95
Fe % × 10^{-3}	4 5	5.5	3.5	3.9	3.3
Mn % × 10^{-3}	3.7	3 5	3.2	3.3	2.3

Таблица 3

Процент отклонения по годам от среднего содержания различных элементов для трех видов пшениц чистых линий

Название		%			% × 10^{-1}		% × 10^{-2}			% × 10^{-3}	
		C	N	зола	S	Mg	Cl	Ca	Si	Fe	Mn
Lutescens 062	1934 г	46.67	2.88	1.84	2 09	1.34	6.8	4 1	1.73	6 6	3 2
	1935 г	44.85	2 92	1.57	2 13	1.38	6 8	4.1	1.88	6.0	2.8
	Среднее	45 76	2.90	1.71	2 11	1.36	6.8	4.1	1 81	6.3	3.0
	Отклонение от среднего, %	2.0	0.7	8.2	1.0	1.5	0	0	4 4	4.8	6 7
Caesium 0111	1934 г	45.10	2.86	1 75	1 97	1.4	7.1	3.7	1.03	6.1	3.0
	1935 г	43 13	2 91	1.58	1.95	1 45	7.1	3.7	0 88	6.8	2 7
	Среднее	44.12	2 88	1.66	1 96	1.425	7.1	3.7	0.96	6.45	2.85
	Отклонение от среднего, %	2.24	0.70	4.8	0 51	1.8	0	0	8.3	5 4	5.3
Hordeiforme 010	1934 г.	45.30	2.85	1.65	1.8	1.16	6.6	3.1	0 87	3.3	3.3
	1935 г	43.13	2.91	1 52	1.95	1.12	6 5	3 0	0.75	4.1	2 0
	Среднее	44 22	2 88	1.59	1.88	1.14	6.55	3 05	0.86	3.7	2.65
	Отклонение от среднего, %	2.5	1.00	4.4	4 2	1 8	0.8	1.6	12.8	10.8	24.5

III. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПШЕНИЦ ИЗ РАЗНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УЧАСТКОВ СОЮЗА

Результаты анализа пяти видов пшениц[1] чистых линий собраны в табл.1, где элементы расположены подекадно. Результаты анализа выражены в % на сухой вес.

При рассмотрении табл. 1 в целом можно отметить, что данные для различных пшениц довольно схожи между собой и лежат в пределах

[1] Пробы были взяты из урожая 1934 и 1935 гг.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Таблица 4

Процент отклонения от среднего из крайних значений содержания различных элементов для трех видов пшениц чистых линий

Название	Элемент	Наибольшее значение	Наименьшее значение	Среднее	Отклонение от среднего в %
Lutescens 062	C	46.67	42.62	44.64	4.5
Caesium 0111	%	45.83	43.13	44.48	3.0
Hordeiforme 010		45.30	43.53	44.41	1.9
Lutescens 062	N	2.92	2.25	2.58	12.8
Caesium 0111	%	3.04	2.83	2.93	3.4
Hordeiforme 010		2.91	2.62	2.76	5.0
Lutescens 062	Зола	2.00	1.57	1.78	11.8
Caesium 0111	%	2.08	1.58	1.83	13.7
Hordeiforme 010		2.03	1.52	1.83	16.9
Lutescens 062	S	2.13	1.70	1.92	11.5
Caesium 0111	$\% \times 10^{-1}$	2.09	1.55	1.82	14.9
Hordeiforme 010		2.08	1.80	1.94	7.2
Lutescens 062	Mg	1.38	1.11	1.25	11.2
Caesium 0111	$\% \times 10^{-1}$	1.6	1.4	1.5	6.2
Hordeiforme 010		1.5	1.12	1.31	14.5
Lutescens 062	Cl	11.4	6.7	9.1	26.4
Caesium 0111	$\% \times 10^{-2}$	9.8	7.1	8.5	16.4
Hordeiforme 010		7.3	5.0	6.2	19.4
Lutescens 062	Ca	4.6	2.0	3.3	39.3
Caesium 0111	$\% \times 10^{-2}$	4.3	3.6	3.9	7.7
Hordeiforme 010		3.1	1.9	2.5	24.0
Lutescens 062	Si	1.88	1.25	1.57	20.4
Caesium 0111	$\% \times 10^{-2}$	1.03	0.88	0.96	8.3
Hordeiforme 010		1.53	0.75	1.14	34.2
Lutescens 062	Fe	6.6	3.1	4.9	36.7
Caesium 0111	$\% \times 10^{-3}$	6.8	5.3	6.1	13.1
Hordeiforme 010		4.1	3.3	3.7	10.8
Lutescens 062	Mn	4.6	2.8	3.7	24.3
Caesium 0111	$\% \times 10^{-3}$	4.2	2.7	3.5	22.9
Hordeiforme 010		4.1	3.0	3.6	16.7

одной и той же декады; исключение составляют хлор и кремний. Для Lutescens Макушинского сортоучастка и Ferrugineum Акимовского хлор располагается на декаду выше, чем для всех остальных проб; с другой стороны, кремний в нескольких случаях располагается на декаду ниже. Но все же и в этих случаях результаты сравнительно близки друг к другу.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Если попытаться отметить разницу в результатах между зернами чистых линий, то можно заметить тенденцию к уменьшению количества кальция и кремния по ряду Lutescens—Caesium—Hordeiforme—Украинка —Ferrugineum.

При сравнении средних из данных анализов (табл. 2) цифры оказываются настолько близкими, что судить по ним о принадлежности зерен к той или иной чистой линии затруднительно.

Рассматривая разницу в содержании элементов по годам (1934 и 1935) (табл. 3) для Lutescens, Caesium и Hordeiforme, можно отметить, что Hordeiforme оказалась наименее постоянной в составе (особенно по содержанию элементов Si, Fe и Mn), в то время как Lutescens и Caesium более постоянны; здесь для кальция и хлора в 1934 и 1935 гг. получены одни и те же цифры.

Было интересно проанализировать разницу между крайними значениями для каждого элемента. Эта разница выражена в процентах отклонения от среднего из крайних значений, и приводится в табл. 4. Выраженная графически, она дает представление о поведении указанных в графике элементов для трех пшениц: Lutescens, Caesium и Hordeiforme (рис. 1).

IV. ВЫВОДЫ

Проделано 19 анализов пяти различных видов пшеницы чистых линий: Lutescens 062, Caesium 0111, Hordeiforme 010, Украинка и Ferrugineum 01239, на содержание следующих элементов: углерод, водород, азот, фосфор, серу, магний, хлор, кальций, кремний, железо и марганец, и на содержание золы.

Пшеницы выращивались на следующих сортоучастках: Крутоярском, Макушинском, Краснодарском, Камышинском, Колутонском, Авангард. Отрадо-Кубанском, Белореченском, Северо-Двинском и Акимовском.

Пшеницы Lutescens, Caesium и Hordeiforme, выращенные на Крутоярском сортоучастке, имелись урожая 1934—1935 гг.

Установлено, что средние из анализов для каждой линии в общем немного разнятся друг от друга и не дают представления о том, к какой из чистых линий относятся данные зерна.

Разница в составе зерен одних и тех же линий, выращенных на одном и том же участке в разные годы, имеется и особенно велика у Hordeiforme для кремния, железа и марганца.

Разница между крайними значениями, полученными для зерен чистых линий, выращенных на различных географических пунктах и в разные годы, выраженная в процентах отклонения от средней из двух крайних величин, дает некоторое представление о поведении химических элементов в зернах чистых линий и может служить некоторой характеристикой чистых линий, что наглядно видно при изображении результатов графически.

В заключение приносим искреннюю благодарность руководителю нашей работы А. П. Виноградову.

ЛИТЕРАТУРА

1 Вернадский В. И. и Виноградов А. П. О химическом элементарном составе рясок (Lemna) как видовом признаке. ДАН СССР, 1931, № 6, 148—153.

2 Виноградов А. П. Геохимия живого вещества. Изд. АН СССР, 1932 Химический элементарный состав организмов моря. Ч. I. Труды Биогеохим.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

лаб АН СССР, 1935, 3, Химический элементарный состав организмов моря. Ч. II, Тр. Биогеохим. лаб. АН СССР, 1937, 4.
3. Виноградова-Томашевская Х. Г. и Белая М. П. Химический элементарный состав Melolonthini (жуков-хрущей). Тр. Биогеохим. лаб. АН СССР, 1939, 5.
4. Сканави-Григорьева М. С. К вопросу о химическом элементарном составе рыб. Тр. Биогеохим. лаб. АН СССР, 1939, 4.
5. Лясковский П. О химическом составе пшеничных зерен. М. 1865
6. Попов К. А. О химическом составе зерен яровой пшеницы Восточно-Сибирского края урожая 1935 г. Изв. Вост.-Сиб. Сель. хоз. ин-та, 1936, в. II, с. 77—96.
7. Тулайков Н. М. Необходимость исследования химического состава пшениц Поволжья. Сельскохозяйственный Вестник Юго-Востока, 1912. Отчет Безенчукской с-х. оп. ст., в. II, 1911 (составлен Коротковой). О количестве азота в зернах пшеницы Заволжья. Журн. оп агрономии, 1914, 15, 1.
8. Stockham W. L. Food. Common. 1912, 23 Report, 329.
Trophagen E. W. Mont. Agr. Exp. Sta. Report, 1902, p. 59.
Steward R. a. Hirst C. T. Utah Agr. Exp Sta. Bull. 1913, 125, 113
Harris T. S. Cornell. Agr. Exp. Sta. Bull. 1914, 352, 805
9. Wualflart L. Journ. d. Agric. 1910, 1, 113.
10. Williams C. G. Ohio. Agr. Exp Sta. Bull. 165, 1905.
11. Gericke W. F. Journ. of Agric Researsch, 1925, 31, 61—70
12. Биохимия культурных растений Т. I. Хлебные злаки. Под общей редакцией Н. И. Иванова. Гос. Изд. колхозной и совхозной литературы. М — Л., 1936. Отдел: биохимия пшеницы. Н. И. Иванов и М. И. Княгиничев.
13. Химический состав пшеницы СССР. Результаты географических опытов 1923—1926 гг. Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1928—1929, 21, № 1, 47—320.
14. Greaves J. E., Aaron T. Bracken a C. T Hirst Journ of Nutritf, 19, 1940, № 2, 179—186. Marchand E Ann. de Chim. et de Phys., 320, 4, VIII.
15. Третьяков. К вопросу о влиянии культуры на химический состав зерна хлебных злаков Полтавской оп станции, 1913, в II

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

ТРУДЫ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ АКАДЕМИИ НАУК СССР, IX

С. А. БОРОВИК и Т. Ф. БОРОВИК-РОМАНОВА

О СОДЕРЖАНИИ РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В НАСЕКОМЫХ ПО ДАННЫМ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Производя спектроскопические анализы зол насекомых, мы обратили внимание на то, что в состав их входят очень многие редкие элементы. Мы обнаружили в них, кроме основных элементов K, Na, Ca, Si, Al, P, Mg, которые содержатся во всех образцах насекомых в больших количествах, еще малые количества Pb, Sn, Co, Ni, Cu, Ag, Zn, Bi. Ga, Be, Cr, V, Sr, Ba. Mo, Ti, Zr и др.

В литературе имеются некоторые данные об анализах насекомых; они большей частью касаются содержания K, Na, Mg, Si, Cu, P, S; анализов на редкие элементы встречается немного.

В 1866 г. Кюблн произвел ряд анализов насекомых на содержание K, Na, Mg, Si, Ca, P, S.

В 1879 г. Джунати произвел определения Cu в ряде насекомых. Он нашел, что содержание Cu составляет 10^{-2}%.

В 1913 г. Бертран и Медигрессан произвели ряд определений Mn в насекомых.

В 1919 г. Делезени исследовал содержание Zn в насекомых. Он нашел, что *Curubus aureus* отряда *Coleoptera* содержит 0.181 Zn на 1000 на сухое вещество.

В 1922 г. Стоклаза дал ряд определений Al для нескольких видов насекомых. Содержание его колеблется от 10^{-2}% до целых процентов (на сухое вещество).

В 1928 г. Уваров дал сводку данных по химическому составу насекомых. Он приводит данные о содержании K, Na, Mg, Ca, Si, P, S. Работа касается главным образом вопросов питания и обмена.

В 1929, 1930 и 1937 гг. Виноградов определял Mn во многих видах насекомых. В отряде *Coleoptera* среднее содержание Mn составляет 10^{-3}%, концентраторов в них нет. Концентраторами марганца оказались муравьи рода *Formica*, в которых содержание Mn доходит до $6.5 \cdot 10^{-2}$% (при расчете на живой вес).

В 1938 г. Виноградов приводит данные о содержании C, H, N, K, Na, Ca, Mg, S, P, Fe, Mn, Si и Cl в насекомых семейств *Acridiidae*, *Formacidae*, а также в *Leptetrum quadrimaculatum*, отряда *Odonata*. Для K он дает содержание от $2.82 \cdot 10^{-1}$ до $5.51 \cdot 10^{-1}$%; Na — от $2.6 \cdot 10^{-2}$ до $1 \cdot 10^{-1}$%, Ca — от $2.78 \cdot 10^{-2}$ до $9.86 \cdot 10^{-2}$%., Mg — $2.52 \cdot 10^{-2}$ до $4.71 \cdot 10^{-2}$%, S — $1.09 \cdot 10^{-1}$ — $2.54 \cdot 10^{-1}$%, P — $2.14 \cdot 10^{-1}$ — $3.4 \cdot 10^{-1}$%. Fe — $4.87 \cdot 10^{-3}$ до $12.05 \cdot 10^{-2}$%, Mn — $2.08 \cdot 10^{-4}$ до $3 \cdot 10^{-2}$%, Si — от $1.6 \cdot 10^{-2}$ до $17 \cdot 10^{-2}$, Cl — от $3.7 \cdot 10^{-2}$ до $1.91 \cdot 10^{-1}$% (данные рассчитаны на живой вес).

В 1932 г. Бергман получила данные по содержанию H_2O, сухого остатка, C, H, N, P, S для различных стадий следующих организмов: *Pieris brassiacae* L., *Rhagium indogator* L. и *Polistes gallica* L.

В 1932 г. Купашева определяла углерод в некоторых видах насекомых.

В 1935 г. Коно произвел анализы насекомых на SiO_2, Fe_2O_3, Al_2O_3, MnO, CaO, P_2O_5, MgO, K_2O.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Данные спектрального

(в % на

Отряд и семейство	Вид и род	Pb	Sn	Cu	Ag	Zn	Co	
Отряд. *Coleoptera*	*1. Hydrous piceus* L.	10^{-1}	2.10^{-1}	$2\ 10^{-2}$	5.10^{-4}	$2\ 10^{-1}$	10^{-3}	2.10^{-3}
Сем. *Hydrophilidae*	*2 Hydrous ceterrimus* Esch.	5.10^{-4}	—	10^{-2}	2.10^{-4}	2.10^{-1}	2.10^{-3}	5.10^{-3}
» »	*3 Hydrous aterrimus* Euh	10^{-3}	—	2.10^{-2}	2.10^{-4}	2.10^{-1}	2.10^{-3}	5.10^{-3}
Сем. *Buprestidae*	*4. Chalcophora mariana* Lap.	2.10^{-3}	10^{-3}	$2\ 10^{-2}$	5.10^{-4}	8.10^{-2}	—	10^{-3}
Сем. *Coccinellidae*	*5. Coccinella septempunctata* L.	5.10^{-3}	10^{-3}	2.10^{-2}	2.10^{-4}	10^{-2}	—	10^{-3}
Сем. *Scarabaidae*	*6. Anoxia pilosa* Fabr.	5.10^{-3}	$2\ 10^{-3}$	10^{-1}	10^{-4}	5.10^{-1}	—	—
» »	*7. Geotrupes stercorarius* L.	10^{-3}	10^{-1}	2.10^{-2}	10^{-4}	5.10^{-3}	2.10^{-3}	5.10^{-3}
Сем. *Dytiscidae*	*8. Dytiscus marginales* L. ♀ ♀	10^{-3}	5.10^{-4}	2.10^{-2}	5.10^{-4}	10^{-2}	—	—
» »	*9. Dytiscus marginales* L. ♂ ♂	5.10^{-3}	$2\ 10^{-3}$	10^{-1}	2.10^{-2}	10^{-1}	—	2.10^{-4}
» »	*10. Hibyus ater* Deg.	5.10^{-3}	2.10^{-3}	10^{-1}	2.10^{-3}	10^{-1}	—	5.10^{-4}
» »	*11. Hibyus subaeneus* Er.	10^{-3}	5.10^{-4}	2.10^{-2}	10^{-3}	2.10^{-1}	—	5.10^{-4}
Сем. *Nepidae*	*12. Nepa cinerea* L.	10^{-2}	5.10^{-3}	2.10^{-2}	2.10^{-4}	$2\ 10^{-1}$	—	—
» »	*13. Ranatra linearis* L.	5.10^{-3}	--	2.10^{-2}	5.10^{-4}	10^{-1}	10^{-3}	10^{-3}
Сем. *Naucoridae*	*14. Naucoris cimicoides* L.	5.10^{-3}	10^{-3}	10^{-1}	5.10^{-4}	10^{-1}	5.10^{-4}	5.10^{-4}
Сем. *Chrisomelidae*	*15. Chrisolus pretiosus* F.	5.10^{-4}	—	2.10^{-1}	1.10^{-4}	5.10^{-2}	—	10^{-3}
Отряд *Hymenoptera*	*16. Bombus lapidarius* L.	2.10^{-4}	—	10^{-1}	10^{-4}	2.10^{-3}	—	5.10^{-4}
Сем. *Apidae*	*17. Apis mellifera* L.	10^{-3}	10^{-3}	10^{-1}	3.10^{-4}	5.10^{-2}	--	10^{-3}
» »	*18. Apis mellifera* L. (рабочие пчелы)	5.10^{-3}	10^{-1}	10^{-2}	5.10^{-4}	10^{-3}	5.10^{-4}	10^{-3}
Сем. *Formicidae*	*19. Formica ruta* L.	10^{-2}	5.10^{-4}	10^{-2}	5.10^{-4}	5.10^{-1}	2.10^{-3}	5.10^{-3}
Отряд *Orthoptera*	*20. Chorthippus albomarginatus* D. G. ♂ ♂	5.10^{-4}	10^{-3}	5.10^{-2}	2.10^{-4}	10^{-1}	2.10^{-3}	5.10^{-3}
Сем. *Acridiidae*	*21. Chorthippus albomarginatus* ♀ ♀ D. G.	2.10^{-3}	—	2.10^{-2}	—	$5\ 10^{-3}$	—	2.10^{-4}
» »	*22. Chorthippus albomarginatus* (личинки, стадия I)	2.10^{-2}	—	10^{-2}	—	5.10^{-3}	—	2.10^{-4}
» »	*23. Chorthippus albomarginatus* (личинки, стадия IV)	5.10^{-2}	—	10^{-1}	—	2.10^{-2}	—	—
» »	*24. Dociostaurus crucigerus brevicollis* Ev.	10^{-3}	—	10^{-2}	2.10^{-4}	10^{-2}	—	5.10^{-4}
Отряд *Lepidoptera* Сем. *Pieridae*	*25. Aporia crategi* L.	10^{-2}	—	2.10^{-3}	2.10^{-4}	2.10^{-1}	—	2.10^{-4}

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Таблица

анализа зол насекомых
золу)

Ga	Zr	Be	Bi	Cr	V	Sr	Ba	Mo	Mn	Ti	Место сбора и год
—	—	—	—	5.10^{-4}	—	5.10^{-4}	10^{-1}	2.10^{-3}	10^{-1}	10^{-2}	Киев, 1932
-	5.10^{-3}	—	—	10^{-3}	10^{-3}	10^{-2}	5.10^{-3}	10^{-2}	2.10^{-1}	10^{-1}	Староселье, 1936
—	—	—	—	5.10^{-4}	—	—	10^{-3}	2.10^{-3}	10^{-1}	5.10^{-3}	То же
—	—	—	—	2.10^{-4}	—	5.10^{-4}	10^{-3}	10^{-3}	10^{-1}	5.10^{-3}	Киев В. Ст., 1928
—	10^{-2}	—	—	2.10^{-3}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	—	2.10^{-1}	2.10^{-1}	Староселье, 1936
5.10^{-4}	10^{-3}	10^{-3}	—	2.10^{-4}	—	5.10^{-4}	5.10^{-3}	2.10^{-3}	10^{-1}	10^{-1}	Киев, 1928
5.10^{-4}	5.10^{-2}	—	—	10^{-2}	2.10^{-3}	2.10^{-2}	2.10^{-2}	2.10^{-4}	2.10^{-2}	2.10^{-1}	Звенигород, 1936
2.10^{-4}	1.10^{-3}	—	—	5.10^{-4}	—	5.10^{-4}	10^{-3}	5.10^{-4}	10^{-1}	2.10^{-2}	Звенигород, 1936
2.10^{-4}	—	—	—	—	—	—	$5\ 10^{-4}$	2.10^{-3}	5.10^{-2}	5.10^{-3}	То же
2.10^{-4}	1.10^{-3}	—	—	$5\ 10^{-4}$	—	5.10^{-4}	5.10^{-3}	2.10^{-3}	10^{-1}	10^{-1}	»
5.10^{-4}	1.10^{-3}	—	—	5.10^{-4}	—	5.10^{-4}	5.10^{-3}	1.10^{-3}	10^{-1}	2.10^{-2}	»
5.10^{-4}	1.10^{-3}	—	—	10^{-2}	10^{-3}	5.10^{-2}	10^{-1}	—	2.10^{-1}	10^{-1}	»
—	10^{-3}	—	5.10^{-4}	$5\ 10^{-4}$	—	5.10^{-3}	10^{-2}	2.10^{-1}	3.10^{-1}	10^{-1}	»
2.10^{-4}	5.10^{-3}	—	—	5.10^{-3}	10^{-3}	$5\ 10^{-2}$	5.10^{-3}	$5\ 10^{-4}$	2.10^{-1}	10^{-1}	Староселье, 1936
—	—	—	—	5.10^{-4}	—	5.10^{-4}	10^{-2}	10^{-3}	2.10^{-2}	2.10^{-3}	То же
—	10^{-3}	—	—	10^{-3}	—	10^{-3}	10^{-3}	10^{-3}	10^{-1}	10^{-1}	Звенигород, 1936
—	1.10^{-3}	—	—	2.10^{-4}	—	5.10^{-4}	2.10^{-3}	5.10^{-4}	2.10^{-2}	10^{-2}	Звенигород, 1936
—	5.10^{-3}	—	—	2.10^{-3}	—	10^{-3}	10^{-3}	—	2.10^{-2}	10^{-1}	Староселье
5.10^{-4}	10^{-3}	5.10^{-4}	—	5.10^{-3}	10^{-3}	2.10^{-2}	10^{-1}	5.10^{-4}	5.10^{-1}	10^{-1}	Окрестности Киева, 1928
—	10^{-2}	—	—	5.10^{-2}	—	5.10^{-3}	2.10^{-3}	5.10^{-4}	2.10^{-3}	10^{-1}	Киев, 1928
2.10^{-4}	10^{-3}	—	—	—	—	5.10^{-3}	2.10^{-2}	5.10^{-4}	10^{-1}	2.10^{-2}	Киев, 1929
—	5.10^{-3}	—	—	10^{-3}	—	2.10^{-1}	2.10^{-1}	2.10^{-3}	2.10^{-1}	2.10^{-2}	Казаровичи, 1929
—	—	—	$1\ 10^{-3}$	—	—	2.10^{-3}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-1}	10^{-2}	Казаровичи, 1929
—	10^{-2}	—	—	2.10^{-3}	—	5.10^{-3}	10^{-2}	5.10^{-4}	5.10^{-3}	10^{-1}	Киев, 1930
2.10^{-4}	—	—	—	5.10^{-4}	—	5.10^{-4}	10^{-2}	5.10^{-4}	2.10^{-2}	10^{-3}	То же

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

В 1938—1939 гг. Окамото, Козо, Минору, Утамура и Геки Мисами определяли Cu в ряде насекомых. В большей части образцов они не обнаружили меди. Они нашли следы меди в *Scarabaeidie* отряда Coleoptera.

В 1939 г. Малюга произвел определения Ni в четырех образцах отряда *Coleoptera* и *Orthoptera*. Он не нашел Ni в *Locusta migratoria*. В *Calliptamus italicus* L. никель обнаружен лишь качественно. В двух других образцах отряда *Coleoptera* он нашел содержание Ni равным $2.4 \cdot 10^{-3}$ и $2.5 \cdot 10^{-3}$% при расчете на золу. В 1946 г. Малюга определил содержание Co и Ni еще в трех образцах отряда *Coleptera*; он нашел, что содержание Co составляет $2.8 \cdot 10^{-4}$ до $7.2 \cdot 10^{-4}$%, содержание Ni колеблется от $1.1 \cdot 10^{-3}$ до $3.7 \cdot 10^{-3}$% (при расчете на золу).

В 1939 г. Виноградова-Томашевская и Белая определяли N, K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Cl, P, S и Si в шести образцах *Melonthini* (жуков-хрущей) отряда *Coleoptera*. Они нашли, что при расчете на живой вес они содержат K в количествах от $3.6 \cdot 10^{-1}$ до $5.5 \cdot 10^{-1}$%, Na — $3.9 \cdot 10^{-2}$ — $9.5 \cdot 10^{-2}$%, Ca — $2.2 \cdot 10^{-2}$ до $3.8 \cdot 10^{-2}$, Mg — $5.3 \cdot 10^{-2}$ — $7.3 \cdot 10^{-2}$, Fe — $0.52 \cdot 10^{-2}$ до $1.8 \cdot 10^{-2}$%, Mn — $6.4 \cdot 10^{-4}$ — $14.0 \cdot 10^{-4}$%, Cl — $3.4 \cdot 10^{-2}$ — $6.7 \cdot 10^{-2}$%, P — $4.6 \cdot 10^{-1}$ — $7.6 \cdot 10^{-1}$%, Si — 1.4 —2.5%. Они приводят также данные о содержании K и Na в насекомых отряда *Odonata* (стрекозах). В четырех образцах содержание K колеблется от $3.6 \cdot 10^{-1}$ — $4.5 \cdot 10^{-1}$%, Na — 1.10^{-1}%.

В 1937 и 1944 гг. Каминская определяла Ti в насекомых. Ею было проанализировано 14 образцов. Содержание Ti в них достигает 10^{-4}% с небольшими колебаниями коэффициента (при расчете на живой вес). Исключение составляет *Geotrupes stercorarius* L, содержание Ti в котором достигает до $4.9 \cdot 10^{-3}$%.

В 1946 г. одним из авторов были произведены определения содержания Rb в 22 образцах насекомых. Исследовались насекомые отрядов *Coleoptera*, *Orthoptera*, *Hymenoptera*, *Odonata*. Содержание Rb колеблется в них от $3.4 \cdot 10^{-4}$ до $1.7 \cdot 10^{-3}$ % при расчете на живой вес.

Из приведенного видно, что имеющиеся данные касаются очень немногих редких элементов и относятся к небольшому числу образцов. Поэтому мы считаем, что полученные нами данные могут представить некоторый интерес, и сообщаем их в данной статье.

Метод, принятый нами для анализа зол насекомых, был следующий.

Для анализа брались целые организмы, в большинстве случаев в стадии imago (взрослой). Они озолялись в муфеле при температуре, не превышающей 500°, чтобы свести к минимуму возможные потери анализируемых элементов. 30 мг. золы вводились в углубление спектрально чистого угольного электрода глубиной 8 мм. В отверстие электрода ввинчивалась угольная крышечка, снабженная двумя отверстиями.

Этот прием благоприятствовал использованию фракционной дестилляции, благодаря чему увеличивалась чувствительность определения легколетучих элементов Zn, Pb, Bi, Sn, Ag, Ga. В качестве источника возбуждения была использована дуга постоянного тока. Для каждого образца снимались три спектрограммы на кварцевом спектрографе Q—24. Первая спектрограмма снималась, когда уголь с пробой служил катодом. При этом температура была более низкая, и лишь линии летучих элементов появлялись на спектрограмме. Для второй спектрограммы подавался на нижний электрод положительный полюс; эта спектрограмма большей частью не содержала линий летучих элементов или они являлись значительно ослабленными. Вместе с тем на второй спектрограмме появлялись линии всех других присутствующих элементов, за исключением наиболее

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

труднолетучих. Наиболее труднолетучие элементы Ti, Zr, Cr и другие появляются или значительно усиливаются на третьей спектрограмме, которая снимается так же, как и вторая, причем проба испаряется до конца.

Были получены спектрограммы 25 образцов зол насекомых отрядов *Coleoptera*, *Orthoptera*, *Hymenoptera*, *Odonata*. *Lepidoptera*.

Полученные результаты приведены в таблице на стр. 150—151.

Рассматривая полученные результаты, нужно обратить внимание на большое число элементов, которые встречаются почти во всех насекомых.

Наиболее редко встречающимися из перечисленных вначале элементов являются Be и Bi. Только в *Anoxia Pilosa* Fabr. отр. *Coleoptera* обнаружено содержание Be немного выше предела чувствительности. В золе *Formica rufa* L. содержание Be $5 \cdot 10^{-4}$%, что близко к пределу чувствительности. Содержание Bi в *Ranatra linearis* L. $5 \cdot 10^{-4}$% является пределом возможного определения этого элемента. Немного бо́льшая концентрация Bi обнаружена в *Chorthippus albomarginatus* (личинки, стадии IV). В остальных образцах насекомых Be и Bi не обнаружены, т. е. содержание их ниже $5 \cdot 10^{-4}$%

Следующим по распространенности нужно поставить Ga, содержание которого колеблется от $5 \cdot 10^{-4}$ до 2.10^{-4}%, что является пределом чувствительности для Ga. Он обнаружен в 11 образцах.

Серебро, за исключением отряда *Orthoptera*, присутствует во всех анализированных насекомых. Содержание его колеблется от 10^{-4}% (предел чувствительности) до $1 \cdot 10^{-3}$% при расчете на золу.

Подобно серебру, олово в отряде *Orthoptera* обнаружено из пяти образцов только в одном. Для олова нужно отметить очень большие колебания в концентрации. Наибольшая концентрация обнаружена в *Hydrous piceus* L.— $2 \cdot 10^{-1}$%, самая малая концентрация — $5 \cdot 10^{-4}$% в *Formica rufa* L., что является пределом чувствительности для этого элемента. В восьми образцах олова не было обнаружено, следовательно они содержат олова меньше, чем $5 \cdot 10^{-4}$%.

Свинец, медь, цинк присутствуют во всех анализированных насекомых. Содержание свинца колеблется от $5 \cdot 10^{-4}$ до $2 \cdot 10^{-2}$%; содержание меди от $2 \cdot 10^{-3}$ до 10^{-1}%; содержание цинка — от $5 \cdot 10^{-3}$ до $5 \cdot 10^{-1}$% (5.10^{-10}% содержится в Formica rufa L.).

Молибден является элементом, весьма распространенным в насекомых. Он не был обнаружен в трех образцах. Содержание его колеблется от $2 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-2}$%.

Результаты определения марганца хорошо согласуются с данными, полученными Виноградовым.

Содержание титана довольно высокое, оно колеблется от $5 \cdot 10^{-3}$ до $2 \cdot 10^{-1}$% (*Geotrupes stercorarius* L.).

Хром, несмотря на высокую чувствительность, не обнаружен в трех образцах, из которых два относятся к отряду *Orthoptera*. Наивысшее содержание его 10^{-2}%, самое меньшее содержание $2 \cdot 10^{-4}$% (предел чувствительности).

Низкая чувствительность определения ванадия не дает возможности сравнить этот элемент с хромом.

Довольно большой интерес представляют данные о содержании циркония. Особенно обращает внимание высокое содержание циркония 10^{-2}% в *Coccinella stercorarius* L. и *Dociostaurus crucigerus brevicollis* Ev.

Стронций не обнаружен в двух образцах; барий встречается во всех образцах, причем в большинстве случаев бария больше, чем стронция.

Мы не приводим здесь данных о содержании K, Na, P, Si, Mg, Al, Ca.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

На спектрограммах линии этих элементов выступают очень ярко и соответствуют тем данным химического анализа, которые имеются в литературе. Вышеуказанные данные при таком большом числе анализируемых элементов могли быть выполнены лишь полуколичественно. Погрешность определения составляет четверть порядка.

Что касается редких щелочей, данные об их содержании будут опубликованы позже, так как получение спектрограмм для этих элементов требует применения специально сенсибилизированных пластинок.

ВЫВОДЫ

В работе приведены спектроскопические анализы 25 образцов зол насекомых отрядов *Coleoptera*, *Orthoptera*. *Hymenoptera*, *Lepidoptera*.

В результате анализов, кроме основных элементов K, Na, Ca, Si, Al, P, Mg, которые входят в состав всех насекомых в больших количествах, найдены малые количества редких элементов: Pb, Sn, Co, Ni, Cu, Ag, Zn, Zr, Bi, Ga, Be, Cr, V, Sr, Ba, Mo, Ti, Mn.

Из указанных элементов Mn, Ti, Cu и Zn встречаются во всех образцах в количестве 10^{-3} — 10^{-1}% при расчете на золу.

Свинец также встречается во всех образцах, но содержание его меньше 10^{-4} — 10^{-2}%. Отмечены большие колебания в содержании свинца в различных образцах насекомых. Далее по распространенности идут Mo, Sr, Ba, Cr, Zr, которые встречаются в большинстве образцов. Серебро и олово почти отсутствуют в отряде *Orthoptera*. В отрядах *Coleoptera* и *Hymenoptera* они встречаются во всех образцах.

Галлий, бериллий и висмут встречаются в немногих образцах.

Приносим глубокую благодарность Александру Павловичу Виноградову за предоставление материала и ценные указания.

Значительная часть приведенных литературных данных взята из картотеки Института геохимии и аналитической химии АН СССР, составленной Марией Александровной Савицкой, за что приносим ей глубокую благодарность.

ЛИТЕРАТУРА

Боровик-Романова Т. Ф. Тр. Биогеохим. лаб АН СССР, 1946, 8, 174.
Бергман Г. Г. Тр. Биогеохим. лаб. АН СССР, 1932, 2, 31—43
Bertrand G. et Medigreceanu F. C. R., 1912, 155, 82—84; Bull. Soc. Chim. de Fr. (4), 1913, 13, 18—24.
Виноградов А. П. Марганец в насекомых. ДАН СССР, 1929, 229.
Виноградов А. П и Неструсва М. В. Марганец в насекомых. II. ДАН СССР, 1930, 127—132.
Виноградов А. П. Марганец в насекомых (Formicidae). III ДАН СССР, 1937, 14, № 6, 357—359.
Виноградов А. П. Геохимия и биогеохимия. Усп. химии, 1938, № 5, 645.
Виноградова-Томашевская Х. Г. и Белая М. П. Тр. Биогеохим. лаб. АН СССР, 1939, 5, 81—90.
Giunati M. Gaz. Chim. ital. 1879, 9, 546.
Delezenne C. Ann. Instit. Pasteur, 1919, 33, 68.
Каминская Ш. Е. Тр. Биогеохим. лаб. АН СССР, 1937, 4, 227
Каминская Ш. Е. Тр. Биогеохим. лаб. АН СССР, 1944, 7.
Купашева К. Г. Тр. Биогеохим. лаб. АН СССР, 1932, 2, 27—30
Kübly. Zs. f. Chem. 1866, 447.
Kono. M. and R. Maruyama. Agr. Chem. Soc. Japan, 1935, II, 1028—94.
Малюга Д. П. Тр. Биогеохим. лаб. АН СССР, 1939, 5, 105
Малюга Д. П. Тр. Биогеохим. лаб АН СССР, 1946, 8, 128.
Okamoto, Kozo, Minoru Utamura u. Geki Mikami. Acta Scholae Medic. Univ. Imp. in Kioto 1938—1939, 22, 3—4, 335—347.
Uvarov U. P. Transactions of the Entomological Society of London, 1928, II, 255.
Stoklasa J. Über die Verbreitung des Al in der Natur Jena, 1922

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

ТРУДЫ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ АКАДЕМИИ НАУК СССР. IX

К. Г. КУНАШЕВА

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИЯ В ОТДЕЛЬНЫХ ЧАСТЯХ РАСТЕНИЙ, ВЫРАЩЕННЫХ В СРЕДЕ С РАЗЛИЧНОЙ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ РАДИЯ

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

При изучении миграции радиоактивных элементов в биосфере вполне естественно возникает вопрос не только о содержании радия в организмах, но и о распределении его в различных органах растений. В самом деле, далеко не безразлично, например, сколько Ra выносится из почвы лугов и полей растительным покровом и сколько остается его в корневой системе.

Многочисленные определения Ra в отдельных видах природных растений (Купашева, 1944), давшие в среднем содержании Ra 10^{-12}%, проводились на целых организмах, взятых в период цветения.

Для установления зависимости распределения Ra между отдельными частями растений и концентрацией Ra в питательной среде были поставлены опыты по выращиванию растений в водной среде на смеси Гельригеля с добавлением различных количеств хлористого Ra. Работы по выращиванию и наблюдению за физиологическим действием Ra на развитие растений проводились в лаборатории агрохимии ак. Прянишникова научным сотрудником Дробковым (1937—1940). Исследования содержания Ra проводились в нашей лаборатории.

В нашей работе (Купашева, 1939) сообщалось уже о распределении Ra в различных частях *Pisum sativum* L. При этом было установлено, что Ra обнаруживается как в корнях, так и в наземных частях, и что содержание Ra в корнях пропорционально содержанию его в питательной среде; в наземных же частях пропорциональности не наблюдалось. Летом

Таблица 1

Содержание Ra в растениях, выращенных на питательной среде с прибавлением различного количества Ra

I. *Avena sativa L.*—Овес

	Абс. содерж., г	%	Абс. содерж., г	%	Абс. содерж., г	%
Количество Ra, прибавленное к питательной среде	$1.4 \cdot 10^{-10}$	$2 \cdot 10^{-10}$	$1.4 \cdot 10^{-10}$	$2 \cdot 10^{-10}$	$1.4 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-8}$
Количество Ra, обнаруженное в корнях	$1.3 \cdot 10^{-10}$	$5.6 \cdot 10^{-10}$	$1.3 \cdot 10^{-10}$	$6.4 \cdot 10^{-8}$	$4 \cdot 10^{-7}$	$2.2 \cdot 10^{-6}$
Количество Ra обнаружен. в наземных частях . . .	$2.8 \cdot 10^{-10}$	$1.2 \cdot 10^{-11}$	—	—	—	—
Количество Ra, обнаруж в стеблях и листьях . .	—	—	$6.75 \cdot 10^{-11}$	$4.5 \cdot 10^{-10}$	$5.9 \cdot 10^{-10}$	$4.4 \cdot 10^{-9}$
Количество Ra, обнаруж. в семенах	—	—	$1.13 \cdot 10^{-11}$	$1.6 \cdot 10^{-10}$	$5.4 \cdot 10^{-11}$	$1.7 \cdot 10^{-9}$

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Таблица 1 (продолжение)

II. *Linum usitatissimum L.* — Лен

	Абс. содерж., г	%	Абс. содерж., г	%	Абс. содерж., г	%
Количество Ra, прибавленное к питат. среде . . .	$1.4 \cdot 10^{-10}$	$2 \cdot 10^{-10}$	$1.4 \cdot 10^{-8}$	$2 \cdot 10^{-10}$	$1.4 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-8}$
Количество Ra, обнаруж. в корнях	$4.7 \cdot 10^{-11}$	$1.6 \cdot 10^{-10}$	$1.6 \cdot 10^{-9}$	$1.2 \cdot 10^{-8}$	$4.5 \cdot 10^{-7}$	$4.8 \cdot 10^{-6}$
Количество Ra, обнаруж. в стеблях	$1 \cdot 10^{-11}$	$7 \cdot 10^{-11}$	$3.1 \cdot 10^{-11}$	$2 \cdot 10^{-10}$	$4.9 \cdot 10^{-10}$	$3.2 \cdot 10^{-9}$
Количество Ra, обнаруж. в листьях и семенах . .	$2.15 \cdot 10^{-12}$	$3.2 \cdot 10^{-11}$	$1.5 \cdot 10^{-11}$	$2.5 \cdot 10^{-10}$	—	—
Количество Ra, обнаруж. в листьях	—	—	—	—	$1.6 \cdot 10^{-10}$	$5.1 \cdot 10^{-9}$
Количество Ra, обнаруж. в семенах	—	—	—	—	$2 \cdot 10^{-11}$	$2.1 \cdot 10^{-9}$

1938 г. аналогичные опыты были поставлены с растениями *Avena sativa* L. и *Linum usitatissimum* L. В отличие от гороха, который был снят в период цветения, лен и овес были доведены до созревания семян. Созревшие семена исследовались отдельно на содержание в них Ra. Полученные данные представлены в табл. 1. Как видно, картина распределения Ra в различных частях льна и овса получилась аналогичная той, которая приводилась нами для *Pisum sativum*. Ra проникает во все части растения, концентрируясь главным образом в корнях.

Содержание Ra в корнях пропорционально содержанию его в питательной среде.

Абсолютное содержание Ra в наземных частях увеличивается с повышением концентрации Ra в питательной среде.

Отношение количества Ra в наземных частях к количеству его в питательной среде будет тем выше, чем ниже содержание Ra в питательной среде.

Что касается распределения Ra в различных органах наземных частей данных растений, то можно сказать, что Ra распределяется более или менее равномерно между стеблями, листьями и семенами. *Lepape и Trannoy*, 1934, исследовавшие отдельные органы наземных частей кукурузы, выращенной на почве с прибавлением различных количеств Ra, приводят следующие данные:

Содержание Ra в почве, взятой в Версале в 1932 г.	Содержание Ra в 1 г чистой золы 10^{-12} г Ra			Содержание Ra на 1 кг сухого вещества 10^{-12} г Ra		
	Листья	Стебли	Зерна	Листья	Стебли	Зерна
Почва без прибавления Ra 10^{-12} г Ra на 1 г	6.96	3.54	0.71	445	118.4	7.5
Почва с прибавлением Ra 10^{-11} г Ra » 1 »	9.54	4.8	0.98	—	174	11.2
Почва с прибавлением Ra 10^{-10} г » 1 »	25 9	22.2	5.6	2873	891	75.6
Почва с прибавлением Ra 10^{-9} г » 1 »	291	174	41.4	32028	5664	424

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Как видно, содержание Ra в наземных частях растений увеличивается с повышением количества радия в почве. Радий меньше всего концентрируется в зернах. Растение накапливает Ra в процессе жизни из той среды, в которой оно развивается. Так, горох, выращенный в водной питательной среде с одной и той же концентрацией $Ra = 10^{-9}$ г Ra на сосуд, но исследованный в различные периоды роста, дает следующую картину для наземных частей:

I	стадии	интенсивного	роста	дает	содержание $0.68 \cdot 10^{-11}$ г Ra абс
II	»	цветения	»	»	$1.14 \cdot 10^{-11}$ »
III	»	созревания	»	»	$2.9 \cdot 10^{-11}$ »

Такое же явление наблюдалось нами на пшенице, выросшей в природных условиях на нормальной почве (Кунашева, 1940).

На основании полученных данных можно сделать некоторые выводы.

ВЫВОД

При выращивании растений на питательной среде с добавлением радия

1. Ra обнаруживается во всех частях растения.
2. Наибольшее количество Ra концентрируется в корневой системе.
3. Содержание Ra в корнях пропорционально содержанию его в питательной среде.
4. Абсолютное содержание Ra в наземных частях увеличивается с повышением концентрации Ra в питательной среде.
5. Отношение количества Ra, захваченного наземными частями растения, к количеству его в питательной среде тем выше, чем ниже содержание Ra в питательной среде.
6. В наземных частях (стебли, листья, семена) растений Ra распределяется более или менее равномерно.
7. Растение накапливает Ra в процессе роста.

ЛИТЕРАТУРА

Дробков А. А. Тр. Биогеохим. лаб. АН СССР, 1939, 5, 201.
Дробков А. А. ДАН СССР, 1937, 17, № 4, 226.
Дробков А. А. Изв. АН СССР, Отд. биол. наук, 1940, № 5.
Кунашева К. Г. Тр. Биогеохим. лаб. АН СССР, 1944, 7.
Кунашева К. Г. Тр. Биогеохим. лаб. АН СССР, 1939, 5, 197.
Lepape A. et Trannoy R. C. R., 1934, 199, 803.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

В. И. БАРАНОВ и А. П. НОВИЦКАЯ

ДИФФУЗИЯ РАДОНА В ПРИРОДНЫХ ГРЯЗЯХ

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

I. Введение 163
II. Происхождение радиоактивных грязей 163
III. Искусственные радиоактивные грязи 166
IV. Выводы 171
Литература 171

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

I. ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на сравнительно хорошую физико-химическую изученность большого количества грязевых отложений нашего Союза, определение в них радиоэлементов производилось очень редко.

В литературе имеются данные по определению радия в некоторых минеральных грязях: Одессы, Саки и др. Содержание радия в них составляет от $0.5 \cdot 10^{-11}\%$ до $8.0 \cdot 10^{-11}\%$ на сухую грязь. Это величина того же порядка, как и в осадочных горных породах.

Слабый интерес к изучению радиоактивности лечебных грязей, возможно, и объясняется сравнительно небольшой их радиоактивностью

Однако за последние годы начали применять для лечения естественные и искусственные радиоактивные грязи (Венгрия—курорт Колоп, СССР — курорт Сулгуль).

Это обстоятельство оживило интерес к изучению радиоактивности грязей, что, сохраняя теоретическое значение для геохимии пелоидов, приобретает и некоторый практический интерес.

II. ПРОИСХОЖДЕНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ ГРЯЗЕЙ

Радиоактивность лечебных грязей может обусловливаться либо присутствием в них солей радия либо содержанием в них только радиоактивных эманаций (главным образом радона).

Во-первых, радиоактивность грязей связана с радиоактивностью горных пород, слагающих берега и окрестности грязевого водоема. По данным Бурксера (1932), радиоактивность грязей лиманов и соленых озер показывает прямую зависимость от радиоактивности подстилающих пород и имеет тот же порядок.

Это должно относиться преимущественно к минеральным иловым грязям, в образовании которых принимают большое участие горные породы.

При таком происхождении радиоактивности грязей содержание солей радия и тория в них в большинстве случаев не будет превышать радиоактивности горных пород.

Во-вторых, радиоактивность грязей обусловливается также способностью грязевых коллоидов абсорбировать радиоактивные элементы. Грязевые коллоиды обладают вообще большой абсорбционной способностью. По мнению Щукарева (1932), от абсорбционной способности грязевых коллоидов зависит в значительной мере, повидимому, и радиоактивность грязей, так как в силу двухвалентности радия его абсорбционная способность очень велика, и он в заметной степени должен накопляться на поверхности грязевых мицелл.

Наконец, радиоактивность торфяных и других грязей, содержащих большое количество органических веществ растительного происхождения,

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

может быть связана со способностью растения (как это установлено, между прочим, работами Биогеохимической лаборатории Академии Наук) во время своей жизни поглощать и накапливать радиоэлементы.

Радиоактивность такого типа отложений может сильно колебаться и в отдельных случаях достигать сравнительно больших величин.

При этом из радиоэлементов концентрируются в растительных организмах и абсорбируются грязевыми коллоидами преимущественно радий и его изотопы.

Что же касается тория, то благодаря крайне ничтожной выщелачиваемости из пород присутствие его в значительных количествах в грязях в последних двух случаях мало вероятно.

Поэтому некоторым указанием на источник происхождения радиоактивности грязей может служить величина отношения в них радия к торию $\frac{Ra}{Th}$ по сравнению с той же величиной для окружающих их пород.

В случае, если грязь получила радиоактивность за счет содержащихся в ней частиц горных пород, можно ожидать, что величина отношения $\frac{Ra}{Th}$ в грязи не будет превышать этого отношения в породе. Если же эта величина для грязи окажется значительно выше, чем для пород, то, следовательно, можно допустить добавочное обогащение грязей радием за счет абсорбции его коллоидами грязи или накопления его растениями.

Для всех, охарактеризованных выше трех случаев происхождения радиоактивных грязей концентрация радона будет отвечать содержанию радия в грязи и поэтому обычно не будет достигать сколько-нибудь значительных величин.

Примером таких грязей могут служить грязи соленых водоемов, где концентрация радона в ране (по Буркеру) примерно того же порядка, что и радия в грязях, и, повидимому, зависит от содержания радия в иловых отложениях, как это видно из следующей табл. 1.

Таблица 1

№ п/п	Место взятия грязи	Содержание Ra на сухую грязь в % $\times 10^{-11}$	Содержание Rn на 100 мл раны в кюри $\times 10^{-11}$
1	Куяльницкий лиман	5.4	до 2.5
2	Сухой лиман	1 6	0.75
3	Хаджибаевский лиман	8 9	1.44
4	М. Баталпашинское озеро	3.9	1.6

Совершенно иного происхождения радоновые грязи. Содержание радона в этих грязях обусловливается формированием их в воде радоновых источников.

Радиоактивность таких грязей может быть значительна и вовсе не быть связана с содержанием в грязи солей радия.

Примером такого типа грязей может служить грязь курорта Гевиц (Венгрия), где среди торфяников выходят горячие (39°С), с весьма большим дебитом, источники (1000 л/сек).

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

В месте выхода источников имеется термальный пруд, где вода находится все время в движении, в результате чего окружающий пруд торф перерабатывается в минеральную грязь. Содержание Rn в этой грязи равно 44 единиц Махе (М. Е.).

У нас в Союзе грязи такого типа обнаружены в последние годы на Урале, в районе Вишневых гор (курорт Сунгуль). Грязи эти образовались здесь также в результате вымывания мелких торфяных частиц из торфа водой радоновых источников, в воронках выхода которых и находятся эти грязи.

Содержание радона в водном растворе грязи то же, что и в воде источников. Например, в источнике № 8 содержание радона в грязи равно 45 М. Е. Содержание радия в этих грязях равно $2.55 \cdot 10^{-11}$ г на 100 г сырой грязи и при полном равновесии и максимальном эманировании может дать количество радона, равное всего лишь 0.7 М. Е.

Таблица 2

Сравнительное содержание радиоактивных элементов в лечебных грязях

№ п/п	Название грязи	Местонахождение	Автор	Содержание (в г) в 1 г сухой грязи		Содержание (в г) на 1 г золы		
				Ra $\times 10^{-11}$	Th $\times 10^{-6}$	Ra $\times 10^{-11}$	Th $\times 10^{-6}$	$\frac{Ra}{Th} 10^{-6}$
1	Торфяная грязь из ист. № 3 . .	Урал, Вишневые горы	Новицкая	2.8	—	11.3	—	—
2	Торфяная грязь из ист. № 5 . .	То же	»	20.4	—	80.0	—	—
3	Торф возле ист № 3	»	»	19.7	0.40	175.0	—	5.0
4	То же	»	»	36.0	0.36	100.0	1.0	10.0
5	Торф разлож. плохо	»	»	4.5	—	25.0	—	—
6	Торф у лесопилки	»	»	1.39	1.02	1.9	1.4	1.136
7	Торф	Ильменский заповедник	»	0.8	0.35	11.3	4.5	0.26
8	Торф	Курорт Краинка	»	—	—	0.35	—	—
9	Торф из бол. Шутово	Чувашская АССР	»	—	—	1.66	1.16	0.138
10	Торф. из бол. Горелое	То же	»	—	—	1.1	0.85	0.2
11	Грязь из сан. Шмаковка . .	ДВК, сан Шмаковка	Бриккер	1.9	1.38	3.0	2.1	0.143
12	Иловая грязь оз. Саки	Крым	Баранов	0.85	0.4	—	—	0.2
13	Иловая грязь .	Крым, оз. Майнаки	»	0.82	0.46	—	—	0.18
14	Иловая грязь . .	Одесса, Куяльницкий лиман	Буксер	0.54	—	—	—	—
15	Сапропель оз. Светленькое .	Урал, Вишневые горы	Новицкая	0.02	—	—	—	—
16*	Грязь из оз. М. Тамбукан .	Сев. Кавказ		14.3	—	—	—	—
17*	Грязь из оз. Б. Тамбукан .	» »		3.84	—	—	—	—

* Данные приведены на основании устного сообщения Е. С. Щепотьевой.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

В лаборатории Центрального института курортологии были произведены анализы торфов и торфяных грязей, которые показали, что некоторые торфяные грязи, в частности грязи района Вишневых гор, обладают повышенным содержанием радия (до $3{\cdot}6 \cdot 10^{-9}$ % на сухую грязь) по сравнению с другими известными грязями нашего Союза.

Содержание радия и тория определялось в них путем переведения грязи в раствор и последующего выделения изотопов радия с солями бария. Затем производились эманационные измерения по радону и торону на чувствительных компенсационных установках.

Результаты этих измерений приведены в табл. 2, где наряду с нашими данными приводятся результаты определения радиоактивности грязи, полученные другими авторами.

Из таблицы видно, что:

1) торфы и торфяные грязи района Вишневых гор обладают большей радиоактивностью, чем другие известные торфы и грязи Союза;

2) отношение $\frac{Ra}{Th}$ в торфах Вишневых гор значительно выше, чем в других грязях.

Это обусловливается, по всей вероятности, во-первых, повышенной радиоактивностью пород района Вишневых гор (табл. 3), во-вторых, возможной концентрацией радия растениями или абсорбцией из промывающей торф воды.

Таблица 3

Радиоактивность горных пород Вишневых гор

№ п/п	Наименование образца	Место взятия образца	Содержание (в г) на 1 г породы		$\frac{Ra}{Th} 10^{-6}$
			Ra $\times 10^{-12}$	Th $\times 10^{-6}$	
1	Миаскит	Вишневые горы	4.20	0.36	1.17
2	Нефелиновый пегматит	» »	5.70	4.9	0.12
3	Гранито-гнейс	» »	0.80	2.3	0.03
4	Глина синяя	Там же, у ист. № 3	7.20	3.2	0.20
5	Глина черная с большим содержанием органики (прокаленная)	То же	13.0	1.0	1.3

III. ИСКУССТВЕННЫЕ РАДИОАКТИВНЫЕ ГРЯЗИ

Искусственные радиоактивные грязи, так же как и естественные, можно разделить на две группы: радиоактивные, содержащие соли радия или других долговечных радиоактивных элементов, и радоновые, содержащие в растворе радон.

Для изготовления искусственных радоновых грязей необходимо изучение физико-химических свойств различных типов радиоактивных грязей, определяющих условия насыщения грязи радоном и сохранения их активности во время применения.

Радиоактивные грязи можно приготовить примешиванием к обычным

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

грязям радиоактивных солей или абсорбцией грязью радия из раствора.

Обогащение же грязи радоном можно производить следующими способами:

а) помещением грязи в бассейн с проточной радоновой водой, так чтобы грязь перемешивалась с водой источника. Этим способом проводились опыты активирования грязи на курорте Сунгуль. В воронку, образованную в месте выхода источника, закладывалась торфяная грязь, которая в течение 3—4 дней (время активирования зависит главным образом от дебита источника) как бы промывается радоновой водой, заменяющей водный раствор грязи, которая приобретает, таким образом, радиоактивность, равную концентрации Rn в воде источника;

б) добавлением концентрированного раствора радона к грязи. При этом, чтобы не изменять химический состав грязи при насыщении ее радоном, можно брать небольшой объем рапы или воды, содержавшейся в этой же грязи;

в) изготовление грязи на радоновой воде.

На некоторых курортах Венгрии (курорт Колоп) для лечебных процедур применяют грязь, полученную замешиванием сухой глинистой породы на радоновой воде.

Для всех методов искусственного изготовления радоновой грязи, а также и для учета потери радона при применении радоновых грязевых процедур необходимо знать те физико-химические свойства грязи, от которых зависят поглощение и выделение радона грязью, главным образом абсорбцию и диффузию радона. Способность грязи абсорбировать радон очень мала, как это показано в нашей работе (см. настоящий сборник, стр. 175) «Абсорбция радона природными грязями». и не имеет существенного значения для расчета поглощения и выделения радона грязью.

Наоборот, учет диффузии радона в грязи имеет очень большое значение как при изготовлении, так и при применении радоновой грязи.

В литературе нет данных по диффузии радона в лечебных грязях, которые можно было бы использовать для соответствующих расчетов.

Поэтому в Радиологической лаборатории Института курортологии была поставлена работа по изучению диффузии радона в лечебных грязях.

Лабораторный метод изучения коэффициента диффузии радиоактивных эманаций в породах был предложен Барановым и Грачевой в 1937 г.

Сущность этого метода заключается в следующем: берется некоторый слой исследуемой породы, по одну сторону которого помещается источник торцевой эманации, и измеряется количество эманации, выходящее с другой стороны. Взяв для опыта слои разной толщины, вычисляют значение коэффициента диффузии.

Определения коэффициента диффузии радона в различных породах и при различной влажности производились рядом лиц. Некоторые из этих данных, а также значения коэффициента диффузии для воды и воздуха, взятые из руководства Майер и Швейдлер (1927), приводятся в табл. 4.

В нашу задачу входило видоизменение этого метода для определения коэффициента диффузии радиоактивных эманаций в грязях.

Диффузия радиоактивных эманаций в грязях происходит фактически в воде, содержащейся в них. Коэффициент диффузии радиоактивных эманаций в воде очень невелик, поэтому применять для определения диффузии в грязях коротко живущую эманацию тория (T=54 сек.), как это делалось при исследовании диффузии эманации в породах, было невозможно, так как в этом случае пришлось бы иметь дело с очень тонкими однородными слоями грязи, получение которых технически было очень трудно.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Таблица 4

Диффузия радиоактивных эманаций в породах, воде и воздухе

№ п/п	Порода	Состояние породы	Коэффициент диффузии для Rn см²/сек	Коэффициент диффузии для Tn см²/сек
1	Кварцевый песок	Влажность 0%	$6.75 \cdot 10^{-2}$	$6.75 \cdot 10^{-2}$
2	» »	» 10.4%	—	$3.75 \cdot 10^{-2}$
3	» »	» 15.2%	—	$1.00 \cdot 10^{-2}$
4	Глина, измельченная в порошок	Воздушно-сухая	—	$5.00 \cdot 10^{-2}$
	Вода	При 18°	$1.15 \cdot 10^{-5}$	—
	Воздух	»	0.0—0.1	—

Метод определения диффузии эманаций в породах, основанный на определении скорости прохождения радона или торона через слой породы, также очень неудобен в применении к полужидкой грязи. Поэтому коэффициент диффузии эманации радия в грязи определялся нами по количеству радона, выделяемого грязью, к которой прибавлен радий, распределенный равномерно по всему объему грязи.

Для упрощения расчетов нами бралея «бесконечно» толстый слой грязи. При этом под бесконечно толстым слоем грязи понимался слой такой толщины, при которой радиоактивная эманация, выделившаяся из нижней части слоя, за время своей жизни не сможет выйти за пределы этого слоя, и дальнейшее увеличение толщины слоя не приведет к увеличению активности.

Предельная толщина слоя была рассчитана по формуле, взятой из вышеупомянутой работы Баранова и Грачевой (1937), и подтверждена нашими опытными данными.

В нашем опыте слой этот был равен 4 см. Для измерения диффузии радона к грязи добавлялось некоторое количество (2 г) нерастворимого остатка, содержащего соли радия (отходы радиевой промышленности). Затем грязь тщательно перемешивалась и помещалась в стеклянные стаканы с притертой крышкой, имеющей две трубки. Поверхность грязи во всех случаях равнялась 16.0 см².

Измерения радона, выделившегося из грязи, производились вакуумным методом на чувствительной компенсационной установке с однонитным электрометром системы «Люпц-Эдельмана». Измерения производились через двое суток, так как расчеты, произведенные Грачевой, показывают, что к этому времени в условиях нашего опыта устанавливается стационарное состояние (с точностью до 1%) для диффузии радона.

Для определения количества эманации, выделяемой 1 см³ грязи, смешанной с нерастворимым остатком, в воду, пользовались методом, применявшимся нами ранее при измерениях содержания радона в грязях. Измерения производились на той же установке, что и в первом случае. Перед определением диффузии определялись влажность и плотность грязи.

Расчеты коэффициента диффузии производились по формуле

$$B = A \sqrt{\frac{K}{\lambda}},$$

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Таблица 5

Коэффициент диффузии радона (при различной температуре)

Название и место взятия грязи	Плотность, г/см³	Влажность, %	Температура, °С	Коэффициент диффузии, см²/сутки	Коэффициент диффузии, среднее, см²/сутки
Иловая минеральная грязь Куяльницкого лимана	1.76	37.2	6	0.247	0.26
То же			6	0.272	—
»			6	0.272	—
»			19—20	0.470	0.50
»			19—20	0.480	—
»			19—20	0.280	—
»			19—20	0.500	—
»			19—20	0.555	—
»			19—20	0.545	—
»			19—20	0.580	—
»			35—37	1.05	0.91
»			35—37	0.93	—
»			35—37	0.95	—
»			35—37	0.94	—
»			46	1.12	1.38
»			46	1.63	—
»			46	1.48	—
»			46	1.3	—
Сапропель оз. Светленькое, курорт Сунгуль, Вишневые горы	1.13	73	19—20	0.203	0.26
То же			19—20	0.188	—
»			19—20	0.300	—
»			35.37	0.38	0.42
»			35.37	0.46	—
Торфяная грязь оз. Сунгуль, Вишневые горы	1.02	85.5	6	0.112	0.12
То же			6	0.13	—
»			19—20	0.157	0.19
»			19—20	0.178	—
»			19—20	0.158	—
»			19—20	0.235	—
»			19—20	0.208	—
»			35—37	0.43	0.39
»			35—37	0.4	—
»			35—37	0.254	—
»			35—37	0.48	—
»			46	0.725	0.62
»			46	0.48	—
»			46	0.66	—
Торфяные грязи курорта Кранка	1.05	78.0	6	0.147	0.14
То же			6	0.127	—
»			19—20	0.162	0.17
»			19—20	0.208	—
»			19—20	0.157	—
»			35—37	0.485	0.5
»			35—37	0.530	—
»			35—37	0.530	—
»			46	0.59	0.62
»			46	0.64	—

Вода (для сравнения) 1.00.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

где A — эманирование на см³/сек;
λ — радиоактивная постоянная радона;
K — коэффициент диффузии;
B — количество эманации, выделяющейся с 1 см² поверхности эманирующего слоя, отнесенное к радиоактивному равновесию.

Коэффициент диффузии определялся нами в лечебных грязях трех типов:

1) иловой (Куяльницкого лимана);
2) торфяной (Краинка, Сунгуль);
3) сапропель (Сунгуль).

Определения диффузии радона в грязях различных типов производились нами при различных температурах: от 6 до 46°. Данные эти приведены в табл. 5. Они показывают, что с увеличением температуры увеличивается и коэффициент диффузии. При этом коэффициент диффузии для обоих образцов торфяной грязи (Краинка, Сунгуль) и сапропеля (Сунгуль) оказался очень близким и в 2—2 $^1/_2$ раза меньше, чем в минеральной иловой грязи (при всех этих опытах влажность грязи оставалась той же, какой она была в естественном состоянии).

Чем объяснить, что в органических илах коэффициент диффузии радона значительно ниже, чем в минеральных грязях, сказать, основываясь на проведенных нами опытах, нельзя.

Естественно возникает предположение, что наблюдаемое явление связано со структурными особенностями различных типов грязей и физическим состоянием находящейся в них воды.

Определение диффузии радона в грязи в нескольких случаях производилось нами также при двух значениях влажности (табл. 6).

Изменять значительно влажность нам не удалось, так как по условиям опыта консистенция грязи во всем слое должна была быть одинакова, а при продолжительном стоянии (двое суток) в грязи происходит отстаивание воды.

Возможно, поэтому полученные результаты не показали ясной зависимости диффузии от влажности.

Таблица 6

Название грязи	Место взятия образца	Плотность, г/см³	Влажность, %	Температура, °С	Коэффициент диффузии, см²/сутки
Торфяная	Сунгуль	1.02	85.5	19—20	0.187
»	»	1.05	75.0	19—20	0.177
Иловая	Куяльницкий лиман	1.57	37.2	19—20	0.49
	»	1.45	58.0	19—20	0.45

Все полученные нами цифры коэффициента диффузии радона в грязях при разной температуре и влажности показывают весьма малую скорость прохождения эманации радия через грязь.

Именно этим обусловливается тот факт, что активность радоновых грязей может сохраняться продолжительное время, уменьшаясь только в результате радиоактивного распада.

На основании полученного нами числового значения коэффициента диффузии можно рассчитать, сколько радона выделяется из грязи за время лечебной процедуры.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Подсчеты показывают, что это количество эманации примерно в 50 раз меньше, чем то, которое проникает через кожу человека из радоновой ванны в тех же условиях.

IV. ВЫВОДЫ

1. Приведены данные по радиоактивности лечебных грязей.
2. Разработан метод измерения диффузии эманации радия в лечебных грязях.
3. Величина коэффициента диффузии радона для органических грязей значительно меньше одного сантиметра в сутки (при температуре 46° равна 0.62 см²/сутки).

Коэффициент диффузии радона в минеральной иловой грязи примерно в 2.0—2.5 раза выше, чем в органической грязи (при температуре 46° равен 1.4 см²/сутки).

ЛИТЕРАТУРА

Александров Б. А. Пелоиды СССР. М., 1940.
Баранов В. И и Грачева В. Г. К методике изучения проницаемости горных пород для радиоактивных эманаций. Тр. Радиевого ин-та, 1937, 3, 117
Баранов В. И и Грачева В. Г. К теории эманационной разведки. Тр Радиевого ин-та, 1933, 2, 61.
Бурксер Е. С. Некоторые итоги физико-химического исследования рапы и грязи соленых озер Украины и Кубанской обл Изв. Ин-та физ.-хим. анализа, 1930. 4, в. 2.
Баранов В. И и Новицкая А. П Радиоактивность сунгульских торфяных грязей Изв. АН СССР, Серия геогр. и геофиз., 1943.
Баранов В И. и Новицкая А. П. Абсорбция радона лечебными грязями (Настоящий сборник, стр. 173).
Meyer St. и Schweidler E. Radioaktivität. 1927.
Щукарев С А Физика и химия лечебных грязей Основы курортологии, 1932, 1.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

ТРУДЫ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ АКАДЕМИИ НАУК СССР, IX

В. И. БАРАНОВ и А. П. ПОВИЦКАЯ

АБСОРБЦИЯ РАДОНА ПРИРОДНЫМИ ГРЯЗЯМИ

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

В работе приводятся результаты опытов, показывающие, что исследованные авторами образцы лечебных грязей СССР не абсорбируют заметных количеств радона. Этот результат, противоречащий принятым ранее представлениям о значительной абсорбции радона грязями, имеет практическое значение для методики определения концентрации радона в грязях, а также для искусственного насыщения лечебных грязей радоном.

Природные пелоиды, в том числе лечебные грязи, главным образом благодаря богатству коллоидными составными частями, обладают большой абсорбционной способностью по отношению к ряду веществ (Щукарев, 1932 и Бурксер, 1932).

Имеющиеся в литературе данные по абсорбции радона коллоидами (Майер и Швейдлер, 1927) и результаты опытов Спицына (1915) по поглощению радона грязями как будто не оставляли места для сомнения относительно значительной абсорбции радона лечебными грязями.

Ввиду большого теоретического и практического интереса вопроса об абсорбции радона лечебными грязями, в частности в связи с методикой приготовления и дозиметрии искусственных радоновых лечебных грязей, нами было произведено возможно подробное количественное изучение этого явления.

Определения поглощения радона производились нами в Радиологической лаборатории Института курортологии в Москве на двух образцах грязи (Одесской из Куяльницкого лимана и грязью курорта Крапина).

Первая серия опытов была произведена по методу, разработанному в Геохимической лаборатории того же Института Бунеевым для изучения абсорбции газов лечебной грязью.

Перед опытом определялись удельный вес грязи и ее водосодержание.

Для опыта бралась навеска грязи в 30 и 50 г, помещалась в цилиндр с притертой пробкой и туда же до половины цилиндра наливалась гипсовая вода (гипсовая вода употреблялась для лучшего и более скорого осаждения грязи после взбалтывания). Затем из сосуда, содержащего радиоактивную воду известной концентрации, при помощи бюретки с тройным краном через резиновую трубку в цилиндр добавлялось определенное количество радоновой воды. При этом во избежание потери радона конец резиновой трубки погружался до дна цилиндра с грязью. После прибавления радоновой воды цилиндр до самого верха осторожно долпвался водой, закрывался плотно притертой пробкой и ставился на прибор Вагнера для взбалтывания. Время взбалтывания было различно и колебалось от 15 мин. до 15 час. После взбалтывания цилиндр ставился на центрифугу на 15 мин., и по осаждении всей грязи на дно отбирались пипеткой (в количестве 10 мл) пробы для определения радона в воде цилиндра. Зная навеску грязи, ее удельный вес, водосодержание грязи и емкость цилиндра, можно было определить количество радона, поглощенного

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

грязью, из общего количества прибавленного радона и концентрации его в отобранных пробах воды.

Для того чтобы можно было учесть потерю Rn из цилиндра во время опыта с грязью, одновременно производились контрольные опыты с цилиндрами, наполненными одной водой (без грязи). Контрольные опыты проводились в совершенно таких же условиях, как и опыты с грязью. Все цилиндры, употребляемые для опытов, имели одинаковую емкость, равную 148 мл.

Определение количества Rn производилось на однонитном электрометре типа Люц — Эдельмана вакуумным методом.

Результаты опытов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Определение абсорбции радона грязью (1-м методом)

№ п/п	Навеска грязи, г	Продолжительность перемешивания	Количество введенного Rn в кюри	Найдено Rn во всем объеме цилиндра с грязью в кюри	Найдено Rn в контрольном цилиндре в кюри	Rn в грязи / Rn в воде	Примечание
1	30	15 мин.	$1.28 \cdot 10^{-7}$	$1\ 19 \cdot 10^{-7}$	$1\ 16 \cdot 10^{-7}$	1.025	Грязь из Одессы
2	30	30 »		$1\ 19 \cdot 10^{-7}$			То же
3	30	60 »		$0\ 94 \cdot 10^{-7}$	$1\ 13 \cdot 10^{-7}$	0.94	»
4	50	15 »	$1\ 84 \cdot 10^{-8}$	$1\ 94 \cdot 10^{-8}$			
5	50	15 »		$1.77 \cdot 10^{-8}$	$1\ 98 \cdot 10^{-8}$	0.93	
6	50	2 часа		$1\ 59 \cdot 10^{-8}$	$1.73 \cdot 10^{-8}$	0.97	»
7	50	13 час.	$8.6 \cdot 10^{-9}$	$8.6 \cdot 10^{-9}$	$8.1 \cdot 10^{-9}$	1.06	»
8	50	13 »		$8.2 \cdot 10^{-9}$	$8.3 \cdot 10^{-9}$	0 99	»
9	50	30 мин.	$5\ 9 \cdot 10^{-9}$	$6\ 7 \cdot 10^{-9}$			Грязь из Крапивки
10	50	2 часа		$5\ 8 \cdot 10^{-9}$	$5\ 75 \cdot 10^{-9}$	0.99	То же
11	50	2 »		$5\ 6 \cdot 10^{-9}$			»

Среднее . . . 0 99

Опыты показали, что поглощение Rn грязью во время взбалтывания не происходит, так как содержание Rn в опытных и контрольных цилиндрах (рассчитанное по концентрации в пробе воды, отобранной из цилиндра) оказалось практически равным.

Этот результат был для нас довольно неожиданным, так как считалось установленным, как указано выше, что эманация радия сильно абсорбируется коллоидами лечебных грязей. Для проверки правильности полученного результата нами были произведены еще дополнительные опыты.

Чтобы избежать возможного изменения химических свойств грязи при разбавлении ее водой и для контроля, было произведено, по совету академика В. Г. Хлопина, исследование выделения радона из смеси лечебной грязи с эманирующим веществом.

В промывалку Дрекселя емкостью 600 мл помещалось 5 г эманирующего вещества и наливалось 25 мл дестиллированной воды. После удаления Rn тщательным продуванием воздуха в промывалку добавлялось

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

100 г грязи. Затем после перемешивания содержимого промывалки последняя запаивалась и оставлялась на 3—4 дня для накопления радона. После накопления Rn дрексель присоединялся к ионизационной камере однонитного электрометра, и количество Rn, выделившегося из эманирующего вещества, смешанного с пробой, определялось методом циркуляции.

Для контроля в дрексель такого же объема помещалось 50 г эманирующего вещества, и 300 мл дистиллированной воды. Затем производились те же операции, как и с дрекселем, содержавшим смесь грязи с нерастворимым остатком.

Результаты опытов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Определение абсорбции Rn грязью (2-м методом)

№ п/п	Содержание Rn в дрекселе с грязью и эманирующим веществом в кюри (А)	Содержание Rn в контрольном дрекселе в кюри (Б)	(А)/(Б)	Примечание
1	$3.26 \cdot 10^{-9}$	$3.15 \cdot 10^{-9}$	1.04	Грязь из Одессы
2	$3.48 \cdot 10^{-9}$	$3.0 \cdot 10^{-9}$	1.16	
3	$3.48 \cdot 10^{-9}$	$3.0 \cdot 10^{-9}$	1.16	
4	$3.18 \cdot 10^{-9}$	$3.21 \cdot 10^{-9}$	0.99	Грязь из Крыжки
		Среднее	1.09	

Как видно из таблицы, эманирование эманирующего вещества в воду, смешанную с грязью, получилось в среднем даже несколько больше, чем с одним эманирующим веществом. Возможно, что это увеличение произошло частично за счет собственной радиоактивности грязи (содержание Ra в грязи Одесского лимана, по данным Буркера, равно $5.4 \cdot 10^{-11}$ г на 100 г сухой грязи).

Отсюда следует, что заметной абсорбции грязью и в этом опыте не обнаружено.

Следующие опыты были произведены без добавления воды. Так же, как и в первом случае, 5 г эманирующего вещества смешивалось с определенной навеской влажной грязи (обычно бралось 50 г грязи). Затем тщательно перемешанная смесь помещалась в стеклянную трубочку длиной 15 см, диаметром 3.5 см. Один конец трубки был оттянут, в другой вставлялась пробка со стеклянной трубкой. Одновременно для контроля брались две такие же навески эманирующего вещества. Одна из них смешивалась с влажным песком в таком же количестве, в каком бралась грязь, а другая смачивалась водой. Каждая контрольная навеска эманирующего вещества помещалась в такие же трубки, как и опытная трубка с грязью. После выдувания Rn трубки запаивались и оставлялись на накопление Rn. Через 2—3 дня каждая из них присоединялась через трубку с $CaCl_2$ к предварительно эвакуированной ионизационной камере, и Rn перегонялся со струей воздуха в течение 15 мин. в камеру. Измерения количества Rn в камере производились, как обычно.

Результаты опытов представлены в табл. 3.

И в этом случае также не удалось обнаружить заметного поглощения эманации радия лечебной грязью.

Чтобы проверить, не выгоняется ли абсорбированный Rn из грязи при продувании воздуха в течение 15 мин., затрачиваемых на переведение

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Таблица 3

№ п/п	Навеска эманирующего вещества	Навеска песка или грязи, г	Эманиров. Rn из песка с нераств. ост. в кюри (А)	Эманиров. Rn из песка с эманирующим веществом в кюри (Б)	Эманиров. Rn из эманирующего вещества в кюри	(А)/(Б)
1	5	60	$3.4 \cdot 10^{-9}$	$4.1 \cdot 10^{-9}$	$3.74 \cdot 10^{-9}$	0.83
2	5	50	$3.48 \cdot 10^{-9}$	$3.81 \cdot 10^{-9}$	—	0.91
3	5	50	$3\ 68 \cdot 10^{-9}$		—	
4	5	50	$2.94 \cdot 10^{-9}$	$3.31 \cdot 10^{-9}$	—	1.00
5	5	50	$3.94 \cdot 10^{-9}$	$3.8 \cdot 10^{-9}$	$2.86 \cdot 10^{-9}$	1.19
					Среднее . . .	0.98

Rn в ионизационную камеру, были повторены опыты Спицына, приведшие его, как указано выше, к заключению об энергичной абсорбции Rn лечебными грязями.

В жбан емкостью 5 л бралось 210 г грязи в 250 мл воды. После тщательного взбалтывания откачивалась часть воздуха, жбан присоединялся к промывалке с эталонным раствором радия, и затем вводилось известное количество радия. После этого жбан опять встряхивался, через $2\ ^1/_2$ часа измерялся ионизационный ток в жбане при помощи насаженного на него двухнитного электрометра Вульфа с рассеивающим штрифом. Грязь, как упоминалось выше, обладала заметной радиоактивностью. Поэтому предварительно производился опыт с водой и грязью без добавления радона. При этом Rn в грязи специально не накапливался.

Результаты приведены в следующей табл. 4.

Таблица 4

Контрольный опыт без добавления радона

№ п/п	Количество Rn грязи, г	Количество выделенного Rn в кюри	Количество Rn, выделенного на 1 г грязи, в кюри
1	250	$1.84 \cdot 10^{-10}$	$7.4 \cdot 10^{-13}$
2	250	$1.04 \cdot 10^{-10}$	$4.2 \cdot 10^{-13}$
3	250	$0.80 \cdot 10^{-10}$	$3.3 \cdot 10^{-13}$

Опыт с добавлением радона

№ п/п	Количество грязи, г	Количество введенного Rn в кюри (А)	Количество измеренного Rn в кюри (Б)	(Б)/(А)
1	250	$1.89 \cdot 10^{-9}$	$1.63 \cdot 10^{-9}$	0.86
2	250	$1.95 \cdot 10^{-9}$	$1.63 \cdot 10^{-9}$	0.84
3	250	$1.47 \cdot 10^{-9}$	$1.10 \cdot 10^{-9}$	0.75
			Среднее	0.82

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Эти последние опыты показали, что количество Rn в воздухе над грязью примерно на 20% меньше, чем в случае отсутствия грязи. Отсюда можно сделать вывод, что явление, подмеченное Спицыным, повидимому, имеет место, хотя и не в такой сильной степени, как указывает автор.

Этот результат, несколько противоречащий выводам из других наших наблюдений, дает основание полагать, что при встряхивании воды с грязью в самой ионизационной камере могут возникнуть явления, нарушающие ионизационный режим, создающие кажущееся уменьшение содержания Rn в воздухе ионизационной камеры. Возможно, например, влияние распыленных частиц воды и грязи на ионизацию воздуха.

Чтобы проверить это предположение, было проделано специальное исследование по следующему методу.

Навеска грязи (сырой) в 200 г помещалась в стеклянную банку объемом 2500 мл, куда доливалось 500 мл дестиллированной воды. Вода с грязью интенсивно встряхивалась, и воздух из банки вытеснялся нерадиоактивной водой в предварительно эвакуированную ионизационную камеру электрометра через трубку с $CaCl_2$ и ватой, поглощавшими влагу и взвешенные в воздухе частички. После этого обычным путем измерялось количество Rn в воздухе над грязью.

Результаты приведены в табл. 5.

Таблица 5

Встряхивание воды с грязью с прибавлением Rn в отдельном от ионизационной камеры сосуде

№ п/п	Количество прибавленного Rn в кюри (А)	Количество измеренного Rn в кюри (Б)	(Б)/(А)	Примечание
1	$4.02 \cdot 10^{-9}$	$4.65 \cdot 10^{-9}$	1.15	Одесская грязь
2	$4.02 \cdot 10^{-9}$	$4.05 \cdot 10^{-9}$	1.00	
3	$5.32 \cdot 10^{-9}$	$5.35 \cdot 10^{-9}$	1.00	
4	$5.7 \cdot 10^{-9}$	$5.0 \cdot 10^{-9}$	0.88	
5	$5.7 \cdot 10^{-9}$	$5.4 \cdot 10^{-9}$	0.94	Сакская грязь
6	$5.32 \cdot 10^{-9}$	$5.1 \cdot 10^{-9}$	0.96	
7	$4.02 \cdot 10^{-9}$	$4.06 \cdot 10^{-9}$	1.00	
8	$5.32 \cdot 10^{-9}$	$5.00 \cdot 10^{-9}$	0.94	
9	$5.82 \cdot 10^{-9}$	$4.92 \cdot 10^{-9}$	0.92	Грязь из озера Учум
10	$5.32 \cdot 10^{-9}$	$5.35 \cdot 10^{+9}$	1.00	
11	$5.7 \cdot 10^{-9}$	$5.25 \cdot 10^{+9}$	0.92	
		Среднее . . .	0.98	

Приведенные в таблице данные подтверждают правильность нашего предположения.

Из результатов наших наблюдений можно сказать, что исследованные образцы лечебной грязи (Одесса, Куяльницкий лиман, Сакская, оз. Учум и Крайнка) не обладают значительной способностью абсорбировать эманацию радия, чтобы быть использованными, например, для получения стойких искусственно эманированных грязей.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

ВЫВОДЫ

1. Опытами, проведенными в Радиологической лаборатории Центрального института курортологии в Москве, показано, что вопреки распространенному представлению лечебные грязи не обладают заметной способностью абсорбировать радон.

2. Поэтому метод искусственного насыщения грязи радоном должен быть основан на механическом введении радона в грязь с небольшим количеством воды.

Введение радона целесообразно сочетать с процессами разбавления и подогревания грязи в условиях, обеспечивающих минимальную его потерю.

3. Благодаря малой скорости диффузии радона в грязи при хранении последней и изготовлении процедур происходят незначительные потери радона.

4. Опыты, проведенные с казанской лечебной торфяной грязью, показали, что возможно без специальных приспособлений насыщать грязь радоном с использованием около 40% взятого количества радона.

ЛИТЕРАТУРА

Бурксер Е. С. Основы курортологии, 1932, 1, 168.
Meyer St. u. Schweidler E. Radioaktivität, Leipzig, 1927, S. 414.
Спицын В. И. Ежегодник Одесского Отд. Всероссийского об-ва для развития русских лечебных местностей. 1915. См. также Е. С. Бурксер.
Щукарев С. А. Основы курортологии, М., 1932, 1, с. 143.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

ТРУДЫ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ АКАДЕМИИ НАУК СССР, IX

В. И. БАРАНОВ и А. П. НОВИЦКАЯ

О ДИНАМИКЕ ГАЗООБМЕНА ПРИ ДЫХАНИИ ВОЗДУХОМ, СОДЕРЖАЩИМ ТОРОН (ЭМАНАЦИЯ ТОРИЯ)

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

СОДЕРЖАНИЕ *Стр.*

I. Введение 183
II. Метод определения газообмена при дыхании воздухом, содержащим торон 184
III. Выводы 188

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

I. ВВЕДЕНИЕ

В работе описывается метод получения струи воздуха с точно дозируемой концентрацией торона (эманации тория) и приводятся результаты опытов по изучению динамики газообмена в дыхательных путях при вдыхании содержащего торон воздуха.

Естественные радиоактивные ресурсы в бальнеологии в СССР применяются почти исключительно в виде радоновых ванн. При этом кроме природных радоновых вод применяются в ряде мест искусственные радоновые ванны, изготовленные путем растворения в воде радона, выделяемого концентрированными препаратами радия.

Другой метод использования радоновых вод для курортного лечения — вдыхание радона в виде индивидуальной ингаляции через маску или в эманатории, где больной помещается в кабину с известным содержанием радона в воздухе, — почти не применяется в нашей курортной и внекурортной практике.

Между тем этот последний метод лечения, получивший признание и широкое распространение за рубежом, дает возможность более полного воспроизведения искусственным путем естественного фактора. Радон, получаемый из природной воды, ничем не отличается от извлекаемого из солей радия. В то же время получение эманированного воздуха из концентраторов радия несравненно проще и удобнее, чем из природных вод, при ничтожной стоимости радона, и этот метод может найти применение на очень многих курортах.

Так как препараты радия, применяемые в медицине, часто содержат примесь мезотория и других продуктов ториевого ряда, то при использовании их для получения эманированного воздуха мы имеем дело со смесью двух эманаций: радона и торона.

Благодаря разной продолжительности жизни этих эманаций [1] при насыщении радиоактивной эманацией воздуха кабин в эманатории мы можем легко устранить торон, выждав несколько минут (5—10), необходимых для его полного распада.

Иначе будет в случае индивидуальной ингаляции эманированного воздуха через маску. В этом случае мы можем при известной технике применения радиоактивных препаратов получать для дыхания больного воздух, содержащий одновременно радон и торон или главным образом торон.

Поэтому представляет несомненный интерес разработать методику получения и дозиметрии воздуха, насыщенного тороном, а также изучить динамику газообмена при дыхании воздухом, содержащим торон.

---

[1] Радон распадается наполовину в 3.82 дня, а торон в 56.5 сек.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

II. МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГАЗООБМЕНА ПРИ ДЫХАНИИ ВОЗДУХОМ, СОДЕРЖАЩИМ ТОРОН

По указанным выше соображениям нами было проведено несколько серий опытов по изучению газообмена в легких при дыхании торневой эманацией. Наблюдения производились следующим образом.

Источником торона служил слабоактивный концентрат радия — мезотория, выделяющий в сухом виде значительное количество торона. Из этого вещества был изготовлен эманирующий препарат, представляющий собой двойной цилиндр из металлической сетки, между стенками которого был насыпан порошкообразный концентрат. Для избежания высыпания порошка поверхность сетки прикрывалась фильтровальной бумагой. Заряженный таким образом сетчатый цилиндр помещался в стеклянную трубку, через которую непрерывной струей с постоянной скоростью продувался воздух при помощи воздуходувки.

Воздух, который продувался через препарат со скоростью 15 л/мин, поступал в склянку объемом 3 л через нижний тубус. При этом склянка наполнялась равномерно эманированным воздухом, который забирался из склянки для дыхания при помощи каучуковой трубки с мундштуком.

Для выяснения характера газообмена в дыхательных путях производилось измерение радиоактивности выдуваемого воздуха при помощи струнного электрометра с цилиндрической ионизационной камерой, объем которой около 5 л.

Воздух выдыхался непосредственно в ионизационную камеру через осушающую трубку с хлористым кальцием. Количество выдохнутого воздуха определялось измерением количества вытесненного из ионизационной камеры воздуха. Выходящий из камеры воздух вытеснял воду в объеме, равном объему воздуха, выдохнутого в камеру из мерного цилиндра, опрокинутого в таз с водой.

В некоторых опытах выдыхаемый воздух поступал в спирометр. Воздух из спирометра переводился в ионизационную камеру засасывания. Для этого одно отверстие в ионизационной камере соединялось со спирометром, другое — с банкой, из которой предварительно был откачан воздух (степень разрежения определялась по ртутному манометру).

При измерениях всегда вводилась поправка на распад торона за время, протекшее до момента введения его в ионизационную камеру.

Для исследования брался воздух при одном выдохе в объеме около 600 мл. Выдыхаемый воздух, поступая в ионизационную камеру через осушающую трубку, вытеснял только часть воздуха из камеры, и содержащаяся в нем эманация количественно поступала в камеру.

Количество эманации определялось по суммарному падению заряда электрометра (с учетом естественного рассеяния) в течение времени полного распада эманации с момента (практически мгновенного) введения ее в камеру.

Величина потери заряда электрометра q за время полного распада торона связана с ионизационным током J_0 от введенного количества торона в начальный момент следующим равенством

$$q = \int_0^\infty J_0 \cdot e^{-\lambda t} \cdot dt = \frac{J_0}{\lambda}, \qquad (1)$$

где λ — константа распада торона.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Определение абсолютного количества торона может быть произведено или 1) сравнением с эталонным раствором тория (с учетом коэффициента использования выделяемого торона), или 2) сравнением с известным количеством радона, введенного в камеру, или 3) вычислением по абсолютной силе ионизационного тока. Мы пользовались в своей работе 2-м способом, исходя из следующих данных: 1 кюри радона дает в равновесии с короткоживущими продуктами распада ионизационный ток, равный $6.21 \cdot 10^6$ эл.-стат. ед.; 1 кюри радона без продуктов распада дает ток, равный $2.74 \cdot 10^6$ эл.-стат. ед.

Количество торона в равновесии с 1 г тория дает ток, равный 0.623 эл.-стат. ед. Таким образом, 1 кюри радона соответствует по силе ионизационного тока $4.4 \cdot 10^6$ г Th, а 1 кюри в равновесии с продуктами распада $= 1 \cdot 10^7$ г Th.

Наоборот, 1 г-экв. эманации тория соответствует $2.28 \cdot 10^{-7}$ кюри радона, или 1.10^{-7} кюри радона в равновесии с продуктами распада. Градуировка нашей измерительной установки при помощи эталонного раствора радия показала, что скорость движения нити электрометра, равная 1 делению в 1 мин. при чувствительности 7 делений на 1 в, соответствует $2 \cdot 85\ 10^{-11}$ кюри Rn в равновесии с продуктами распада в камере, или $2 \cdot 85\ 10^{-4}$ г Th (в единицах равновесного тория).

Отсюда получаем, что полная потеря заряда электрометра за время полного распада торона на одно деление шкалы электрометра соответствует начальному ионизационному току.

$$\lambda\ 60 = 1.27 \cdot 0.6 = 0.76 \text{ дел/мин},$$

что отвечает количеству торона в равновесии с

$$2.85 \cdot 10^{-4} \cdot 0.76 = 2.16 \cdot 10^{-4} \text{ г Th}.$$

Все опыты производились при одной концентрации торона в выдыхаемом воздухе, равной 44.5 деления в сумме на 1 л воздуха, что соответствует $9 \cdot 6\ 10^{-3}$ г Th в равновесии. По величине ионизационного тока это количество Th соответствует содержанию Rn $21.9 \cdot 10^{-10}$ $\frac{\text{кюри}}{\text{литр}} = 21.9$ эманов $=$ $= 6.0$ (М. Е.).

Всего было произведено несколько серий опытов по измерению выдыхания торона после разного числа вдыханий эманированного воздуха.

Результаты измерений показали, что содержание торона в выдыхаемом воздухе увеличивается с числом вдыханий, и после 10 вдохов наступает практически равновесие между вдыхаемым и выдыхаемым воздухом. При выдыхании накопленного в дыхательных путях торона концентрация его в выдыхаемом воздухе постепенно уменьшается, падая до очень малой величины после 10 выдохов.

Если кривую выдыхания торона представить в логарифмической шкале, откладывая по горизонтальной оси порядковый номер последовательных выдохов, а по оси ординат — логарифм содержания торона в выдыхаемом воздухе, то мы получаем прямую линию. Это показывает, что зависимость количества выдыхаемого торона T от числа выдохов n можно представить в следующем виде:

$$T = ab^n, \tag{2}$$

где a и b — постоянные величины.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Можно представить себе следующий механизм обмена торона при дыхании, приводящий к указанной зависимости.

Пусть вдыхаемый воздух, объем которого равен v_1, смешивается при каждом единичном акте дыхания с объемом воздуха v_2, находящимся в дыхательных органах.

Тогда при каждом выдохе будет удаляться определенная доля всего количества торона, находящегося в дыхательных органах. Обозначая первоначальное количество торона, накопленное при дыхании эманированным воздухом, через T_0, находим, что после первого выдоха в легких останется количество торона, равное

$$T_1 = T_0\left(1 - \frac{v_1}{v_1 + v_2}\right) = T_0\beta,$$

где $\beta = 1 - \frac{v_1}{v_1+v_2}$;

после второго выдоха остается

$$T_2 = T_0\beta^2 \text{ и т. д.;}$$

после n выдоха

$$T_n = T_0\beta^n. \tag{3}$$

В этом выражении T_0 соответствует коэффициенту a, β — коэффициенту b в формуле (2).

Из наклона прямой логарифмической зависимости T_n от n можно найти значение коэффициента β, связанного с отношением подвижного и неподвижного объема воздуха в легких.

Для наших опытов β получилось равным 0.6.

Отсюда получаем

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{1-\beta}{\beta} = \frac{0.4}{0.6} = 0.67.$$

При последовательном вдыхании торона последний будет накапливаться в легких, причем зависимость количества накопленного торона от числа вдохов может быть получена для принятого механизма газообмена следующим образом.

При одном выдохе будет введено количество торона, равное

$$\frac{C_0 v_1}{v_1 + v_2} \cdot v_1,$$

где C — концентрация торона во вдыхаемом воздухе.

В дыхательных путях остается

$$C_0 v_1\left(1 - \frac{v_1}{v_1 + v_2}\right) C_0 v_1\beta;$$

после второго вдоха в дыхательных путях количество торона будет равно

$$T_2 = C_0 v_1 + C_0 v_1\left(1 - \frac{v_1}{v_1 + v_2}\right) = C_0 v_1 (1 + \beta);$$

после второго выдоха останется

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

$$C_0 v_1 (1+\beta) = \frac{C_0 v_1 (1+\beta) v_1}{v_1 + v_2} = C_0 v_1 (1+\beta)\left(1 - \frac{v_1}{v_1 + v_2}\right);$$

после третьего вдоха количество торона в легких будет равно

$$T_3 = C_0 v_1 + C_0 v_1 (1+\beta)\beta = C_0 v_1 (1+\beta+\beta^2);$$

после n вдоха

$$T_n = C_0 v_1 (1+\beta+\beta^2+\ldots+\beta^{n-1}) = C_0 v_1 \frac{1-\beta^n}{1-\beta}. \qquad (4)$$

Таким образом, количество торона, накапливающегося в легких, будет расти пропорционально сумме убывающей геометрической прогрессии.

Количество торона, которое участвует в таком «поверхностном» дыхании, получается при сравнении всего количества фактически выдыхаемого торона с тем количеством, которое по теоретическим расчетам накапливается для различного числа вдохов. При единственном вдохе вычисленное количество накопленного торона совпадает с истинным. Для одного вдоха независимо от механизма обмена это отношение соответствует 90%. Сопоставляя количество накопленного при дыхании торона, вычисленное по приведенной формуле (4), с фактически суммарным выдыхаемым количеством торона, мы получаем зависимость, показывающую, что с увеличением числа последовательных дыханий количество торона, выдыхаемого по отношению к количеству накопленного (теоретически), уменьшается от 85% при одном вдыхании до 50% при 10 вдыханиях. Это обстоятельство может указывать на то, что заметная доля торона проникает более глубоко в дыхательные органы и выдыхается значительно медленнее. Вследствие малой продолжительности жизни торона изучить более детально этот вопрос довольно трудно. Для этого могут быть в дальнейшем использованы специальные опыты с применением радона.

По той же причине (малой продолжительности жизни торона) крайне трудно определить непосредственным опытом количество торона, проникающего в кровь при дыхании. Подсчеты показывают, что концентрация торона в крови должна быть мала по сравнению с концентрацией во вдыхаемом воздухе.

Из опытов Маркля мы знаем, что при помещении человека в эманаторий с эманацией радия концентрация последней в крови нарастает, приближаясь в течение 2—3 час. к предельной концентрации, близкой к концентрации во вдыхаемом воздухе. При этом за первые 10 мин. достигается 25% предельной концентрации.

Принимая, что накопление радона в крови в первое время происходит с достаточным приближением по показательному закону

$$C_t = C_0 (1 - e^{-kt}),$$

мы можем вычислить значение коэффициента k, характеризующего скорость поступления радона в кровь, если выразить t в секундах и положить, что $\frac{C_t}{C_0} = 0.25$ при $t = 10$ мин., т. е. $0.25 = 1 - e^{-600k}$, откуда следует, что $k = 5 \cdot 10^{-4}$ сек$^{-1}$.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Максимальное количество накопленного в крови торона T_{max} получим, разделив секундное поступление торона на его константу распада:

$$T_{max} = \frac{5 \cdot 10^{-4} C_0}{1.27 \cdot 10^{-2}} \sim 4 \cdot 10^{-2} \cdot C_0,$$

т. е. максимальная концентрация T_n в крови должна составлять несколько процентов концентрации во вдыхаемом воздухе.

Отношение подвижного v_1 и перемешиваемого объема воздуха при дыхании можно получить иным путем, сравнивая концентрацию O_2 и CO_2 во вдыхаемом, выдыхаемом и альвеолярном воздухе. Если принять, что объем вдыхаемого воздуха v_1 с концентрацией исследованного газа, равной C_1, смешивается с участвующим непосредственно в обмене объемом альвеолярного воздуха v_2 с концентрацией C_2, то в результате получается концентрация в выдыхаемом воздухе C_3. Можно написать следующее уравнение:

$$\frac{C_1 v_1 + C_2 v_2}{v_1 + v_2} = C_3.$$

Принимая значения концентраций для O_2 и CO_2, приведенные в следующей таблице

Газ	Вдыхаемый воздух C_1	Альвеолярный воздух C_2	Выдыхаемый воздух C_3
CO_2	0.03%	5.55%	3.50%
O_2	20.93%	14.08%	16.9 %

находим, что отношение объемов выдыхаемого воздуха к альвеолярному получается для O_2 равным 0.70, для CO_2 равным 0.59. Эти величины близки к найденному нами отношению объемов $\frac{v_1}{v_2} = 0.67$.

Это обстоятельство можно считать некоторым подтверждением наших расчетов.

ВЫВОДЫ

1. Разработан метод получения струи воздуха с известной концентрацией торона.
2. Разработана методика количественного измерения концентрации торона в выдыхаемом воздухе.
3. Произведено несколько серий измерения динамики выдыхания торона при различном числе вдохов эманированного воздуха.
4. Результаты произведенных измерений показали, что после 10 дыханий наблюдается стационарное состояние концентрации торона в дыхательных органах.
5. Количество выдыхаемого торона T убывает с числом выдохов n по показательному закону

$$T_n = T_0 \beta^n,$$

где $\beta = 1 - \frac{v_1}{v_1 + v_2}$, T_0 — первоначальное количество Th в дыхатель-

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

ных органах; v_1 — объем вдыхаемого воздуха; v_2 — доля легочного воздуха, смешиваемая с вдыхаемым воздухом при каждом вдыхании.

6. Из экспериментально найденного значения $\frac{3}{5} = 0.6$ можно вычислить отношение объемов $\frac{v_1}{v_2}$, которое получается равным 0.67.

7. Найденное отношение вдыхаемого и смешиваемого объема воздуха близко к отношению, вычисленному по концентрации O_2 и CO_2 во вдыхаемом, выдыхаемом и альвеолярном воздухе, взятым из литературных данных.

8. Максимальная концентрация торона в крови при дыхании эманированным воздухом может равняться по расчету не более 4% концентрации Th во вдыхаемом воздухе.

9. Предлагаемая методика получения и дозиметрии эманированного тороном воздуха может быть использована при постановке опытов по лечебному применению торона.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Печатается по постановлению
Редакционно-издательского совета
Академии Наук СССР

*

Редактор издательства *Г. Б. Кларк*
Технический редактор *М. Л. Темерлин*
Корректор *Е. Б. Сницарева*

*

РИСО АН СССР № 3185. А—12280. Издат. № 1691
Тип. заказ № 1346. Подп. к печ. 13/XII 1948 г.
Формат бум. 70×108$^{1}/_{16}$. Печ. л. 12
Уч.-изд. л. 15. Тираж 1200

2-я типография Издательства Академии Наук СССР
Москва, Шубинский пер., д. 10

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6

АВТОРСКИЕ ИСПРАВЛЕНИЯ И ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Должно быть
14	Табл. 2, 2 гр., 10 св.	$55 \cdot 10^{-2}$	$1.55 \cdot 10^{-2}$
15	Табл. 2, гр. «Cl», 3 св	$2 \cdot 10^{-5}$	$21 \cdot 10^{-5}$
19	Табл. 4, 1 гр., 8 св	непоср. выше	непоср. выше села
19	Табл 4, 5 гр. 18 св.	4	40
20	Табл. 5, 6 гр., 12 св	$1.2 \cdot 10^{-6}$	$1.2 \cdot 10^{-5}$
36	25 св	калориметрически	колориметрически
46	Гр 1, 7 св	Приток р. З	Приток р Золы
47	Гр. 1, 7 св.	Верховья	Верховья.
48	1 гр, 4 св.	«Кунгурово»	*С. Кунгурово*
49	1 гр. 17 св	протока Мотогор	приток Мотогора
58	7 — 8 св.	натрийуранил-ацетатным	натрий — уранил-ацетатным
58	16 св	калориметрическим	колориметрическим
61 и 62	Табл. 4 и 5, гр. 2	Вода	Вода 105°С
130	Табл. 2, 3 гр 11 — 12 св	Кусвара	Куевара
131	Табл. 3, 2 гр, 3 св.	из формул	из фумарол
134	1 св.	hepherd	Schepherd
140	19 св	превышала	не превышала
149	17 св.	*Curubus*	*Carabus*
150	Табл. 1, 9 гр., 1 св.	(пропуск)	Ni
150	Табл. 1, 2 гр 6 — 7 св.	*aterimus* Euh.	*aterrimus* Esch
150	Табл 1, 2 гр., 19 св.	*Hibyus*	*Ilybius*
151	Табл. 1, 12 гр., 16 — 19 св.	»	
151	Табл. 1, 12 гр, 15, 22, 37 св.	То же	
152	19 св	Si — 1.4 — 2.5%	Si — $1.24 \cdot 10^{-3}$ — $2.5 \cdot 10^{-3}$ %
157	Табл. 1, 3 гр., 2 св.	$2 \cdot 10^{-10}$	$2 \cdot 10^{-12}$
157	Табл. 4 гр	3 св. $1.4 \cdot 10^{-10}$; 4 св $1.3 \cdot 10^{-10}$	$1.4 \cdot 10^{-8}$; $1.3 \cdot 10^{-8}$
158	Табл. 1, гр. 3, 2 св	$2 \cdot 10^{-10}$	$2 \cdot 10^{-12}$
176	Табл. 1, 3 гр, 7 св.	15 »	30 »
178	8 св.	радия	радона
178	11 св	штрифом	штифтом
178	Табл. 4, 2 гр, 1 св	Rn грязи	грязи
183	21 св.	центраторов	центратов
185	18 св.	Th	Tn
186	8 св.	введено	выведено
186	6 св.	*C*	C_0
188	1 св.	*Th*	Tn
189	4 св.	*Th*	Tn

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030002-6